HISTOIRE NATURELLE DES MINÉRAUX.

TOME NEUVIEME.

1
d
B

HISTOIRE NATURELLE DES MINÉRAUX.

PAR M. LE COMTE DE BUFFON, INTENDANT DU JARDIN DU ROI, DE L'ACADÉMIE FRANÇOISE ET DE CELLE DES SCIENCES, &c.

TOME NEUVIEME.



AUX DEUX-PONTS,

CHEZ SANSON & COMPAGNIE.

M DCC. XC.



HISTOIRE NATURELLE DES MINÉRAUX.

CONCRÉTIONS DE L'OR.

L'OR n'eſt pas ſuſceptible d'altération dans le ſein de la terre, & ne peut être minéraliſé que quand, par le concours de circonſtances très-rares, il a été diſſous & enſuite précipité ; on ne doit donc pas être ſurpris que l'or ſe préſente toujours ſous ſa forme métallique, ſoit dans ſes mines primordiales, ſoit dans celles qui ſont de formation ſecondaire ; ſeulement nous devons obſerver que dans les premières, il ſe montre aſſez ſouvent en criſtaux (*a*), comme ayant ſubi pendant un

(*a*) Quoique l'or natif ſoit rarement exempt du mélange d'une petite portion d'argent ou de cuivre, cela

long temps & dans un parfait repos l'action du feu primitif qui le tenoit en fusion, au lieu que, dans ses mines de seconde formation, il n'a nulle forme régulière; ce sont des paillettes, des filets contournés, & souvent capillaires, des grains plus ou moins arrondis, des pépites plus ou moins pures, dans lesquelles le caractère de la cristallisation primitive est entièrement effacé, parce que toutes ne sont composées que des détrimens de l'or primordial sublimé, fondu, & quelquefois cristallisé par le feu primitif, & que ces masses primordiales & ces cristaux ayant été frottés, roulés & entraînés par les eaux, n'ont pu conserver leur première figure; ce ne sont en effet que des particules d'or détachées des mines primitives, & qui se sont réunies par leur affinité, sous la forme que leur présentoient les petites cavités où l'eau les déposoit. Aussi ne trouve-t-on l'or cris-

---

n'empêche pas qu'il ne soit susceptible d'une forme cristalline bien déterminée, qui pour l'ordinaire est l'octaèdre rectangle alumini-forme en petits cristaux, quelquefois solitaires, mais le plus souvent implantés les uns sur les autres, ou ramifiés en façon de dendrites, & ces dendrites ressemblent à celles qu'on obtient de l'or en fusion. Il est plus ordinaire de rencontrer ces cristaux ramifiés en dendrites, ou rassemblés en feuilles minces & flexibles, dont la superficie est hérissée de petites éminences triangulaires, qui ne sont que les extrémités ou les angles solides des petits cristaux dont ces lames [1] sont composées; d'autres fois ces lames sont parfaitement lisses ou réticu-

tallisé & l'or de première formation que dans les fentes du quartz & des autres roches vitreuses, tandis que l'or en pépites, en grains, en paillettes & en filets, se présente dans les montagnes à couches, schisteuses, argileuses ou calcaires, & même dans les terres limoneuses; on peut donc dire qu'il n'y a point d'autres concrétions de l'or que ces mines de seconde formation dans lesquelles il n'est ni minéralisé, ni même altéré, & je doute que nos Minéralogistes soient bien fondés à regarder comme minéralisé l'or qui se trouve dans les pyrites; car il n'y est qu'interposé ou disséminé en poudre impalpable, sans être altéré : le foie de soufre, à la vérité, peut minéraliser les précipités d'or; il faudroit donc supposer, 1.° du foie de soufre dans ces pyrites, 2.° de l'or d'abord dissous dans le sein de la terre, 3.° ce même or précipité de sa dissolution, trois circonstances dont la réu-

---

lées, & elles sont tantôt posées de champ, tantôt superficielles & couchées, ou bien diversement inclinées sur la roche quartzeuse qui leur sert de gangue. . . L'or natif se rencontre aussi dispersé dans les mêmes gangues en petits grumeaux de figure indéterminée, ou bien il s'élève à leur superficie sous la forme de *pointes* & de *rameaux contournés*, plus ou moins longs, & souvent très déliés... Celui qu'on trouve, soit en filets capillaires, soit en petites lames contournées, paroit devoir son origine à la décomposition des pyrites aurifères, qui souvent l'accompagnent. *Cristallographie, par M. Romé de Lisle, tome III, pages* 474 *& suiv.*

nion est si rare qu'on ne doit pas la compter dans le nombre des effets ordinaires de la Nature : & la preuve que l'or n'est qu'interposé, & non minéralisé dans ces substances auxquelles on a donné le nom de *pyrites aurifères*, c'est que sa substance n'est point altérée, puisqu'en broyant ces pyrites aurifères, on retire, par le lavage ou par la fonte, cet or dans son état métallique.

Tous les métaux qui peuvent se réduire en chaux par l'action du feu, ont été calcinés par le feu primitif; l'or & l'argent sont les seuls qui ont résisté à cette action, & dans les mines primordiales de ces deux métaux on n'a jamais rencontré de chaux d'or ni d'argent; c'est par cette raison, que les concrétions secondaires & les minéralisations de ces deux métaux sont aussi rares que celles des autres sont fréquentes : & l'or dans ses mines primordiales étant toujours plus ou moins allié d'argent, sa cristallisation est aussi plus ou moins parfaite, selon son degré de pureté, de sorte que l'or le moins allié d'argent par la Nature, doit s'être cristallisé le plus régulièrement; & cette cristallisation de l'or primitif est en forme octaèdre régulière, & absolument pareille à celle que prend l'or épuré par notre art, en se cristallisant, lorsqu'on le tient assez long-temps en fusion pour le laisser se solidifier lentement & se cristalliser à sa surface.



CONCRÉTIONS DE L'ARGENT.

L'ARGENT étant moins inaltérable que l'or, & pouvant être attaqué par certains sels dans le sein de la terre, se présente assez souvent sous des formes minéralisées : l'argent de première formation a été fondu ou sublimé, & même cristallisé comme l'or par le feu primitif. Ces cristaux de l'or & de l'argent primordial, sont également opaques, purement métalliques, & presque toujours groupés les uns sur les autres; ceux de l'argent s'étendent en ramifications sous la forme de feuilles, ou se surmontent comme des végétations & prennent la figure d'arbrisseaux : on les trouve incorporés dans le quartz ou interposés dans les fentes & cavités de la roche quartzeuse, & c'est des débris & des détrimens de ces premières mines, que sont formées toutes celles où ce métal se montre pur ou minéralisé; il se trouve pur dans les mines de seconde formation, lorsqu'ayant été divisé & détaché par le frottement des eaux, les particules métalliques entraînées par leur mouvement, se déposent & se réunissent en paillettes, en filets ou en petites masses informes, toutes produites par l'agrégation de ces particules réunies par la force de leur affinité; on rencontre même de l'argent cristallisé dans quelques-unes de ces dernières mines, ce qui doit arriver toutes les fois que l'eau n'aura pas

divisé les cristaux primitifs, & les aura seulement déplacés & transportés des roches primordiales formées par le feu, & les aura déposés dans les couches de terre produites par le sédiment des eaux ; ainsi l'argent vierge ou pur, formé par le feu dans les mines primitives, se retrouve encore pur dans celles de dernière formation, toutes les fois que dans son transport ce métal n'a pas été saisi par les sels de la terre qui peuvent l'altérer, & même il arrive souvent que ces dernières mines, dont la plupart ne sont formées que du métal réduit en poudre très fine, sont d'un argent plus pur qu'il ne l'étoit dans ses premières mines, parce que l'eau en le divisant & le réduisant en très-petites particules, en a séparé les parties de plomb, de cuivre, ou d'autres matières hétérogènes dont il pouvoit être mêlé. Les pépites & concrétions de l'argent daus cet état, ne sont donc que du métal pur ou presque pur, & qui n'a subi d'autre altération que celle de la division & du transport par les eaux.

Mais lorsque ces particules d'argent pur rencontrent dans le sein de la terre les principes des sels & les vapeurs du soufre, elles s'altèrent & subissent des changemens divers & très-apparens : le premier de ces changemens d'état, & qui tient de plus près à l'argent en état métallique, se présente dans la mine vitrée qui est de couleur grise, dans laquelle le métal a perdu sa rigidité, sa dureté, & qui peut se plier & se couper comme le plomb; dans cette mine, la substance métallique s'est altérée & amollie sans perdre sa

forme extérieure, car elle offre les mêmes criſtaux, auſſi regulièrement figurés, que ceux des mines primordiales; & même l'on voit ſouvent, dans cette mine griſe & tendre, des criſtaux de l'argent primitif, qui ſont en partie durs & intacts, & en partie tendres & minéraliſés, & cela démontre l'origine immédiate de cette ſorte de mine, qui de toutes celles de ſeconde formation eſt la plus voiſine des mines primitives : l'on ne peut donc guère douter que cette mine vitrée ne provienne le plus ſouvent d'un argent primitif qui aura été pénétré par des vapeurs ſulfureuſes; mais elle peut auſſi être produite par l'argent pur de dernière formation, lorſqu'il reçoit l'impreſſion de ces mêmes vapeurs qui s'exhalent des feux ſouterrains; & généralement tout argent vierge de première ou de dernière formation, doit ſubir les mêmes altérations, parce que dans le premier comme dans le dernier état, le métal eſt à-peu-près du même degré de pureté.

Une ſeconde forme de minéraliſation auſſi connue que la première, eſt la mine d'argent cornée, qui reſſemble par ſa demi-tranſparence, ſa molleſſe & ſa fuſibilité à la *lune cornée* que nos Chymiſtes obtiennent de l'argent diſſous par l'acide marin : ce qui leur a fait préſumer, peut-être avec fondement, que cette mine cornée provenoit d'un argent natif pénétré des vapeurs de cet acide : mais comme cette mine cornée accompagne aſſez ſouvent l'argent primordial dans la roche quartzeuſe & dans ſon état primitif, lequel a précédé l'action, & même la formation de l'acide

marin, il me ſemble que l'acide aérien, qui ſeul exiſtoit alors, a dû produire cette altération dans les premières mines, & que ce ne peut être que ſur celles de dernière formation que l'acide marin a pu opérer le même effet : quoi qu'il en ſoit, cette mine d'argent cornée ſe rapproche de la mine vitrée par pluſieurs rapports, & toutes deux tirent immédiatement leur origine de l'argent pur & natif de première & dernière formation. (*a*)

C'eſt à cette mine cornée que l'on a rapporté la matière molle, légère, blanche ou griſe, que M. Schreiberg a trouvé aux mines de Sainte-Marie, dont parle M. Monnet (*b*), & qui étoit fort riche en argent; mais cette matière ne contient point de ſoufre comme la mine d'argent cornée, & cette différence ſuffit pour qu'on doive les diſtinguer l'une de l'autre.

La troiſième & la plus belle minéraliſation de l'argent, eſt la mine en criſtaux tranſparens & d'un rouge de rubis : ces beaux criſtaux ont quelquefois pluſieurs lignes de longueur, & tous ne ſont pas également tranſparens ; il y en a même qui ſont preſque opaques & d'un rouge-obſcur ; ils ſont ordinairement groupés les uns ſur les autres, & ſouvent ils ſont mêlés de criſtaux gris, qui ſont entièrement opaques.

(*a*) Voyez ce que j'ai dit de ces deux mines d'argent vitrée & cornée, dans le troiſième volume de cette hiſtoire des Minéraux.

(*b*) Mémoires des Savans Étrangers, *tome IX*, *pages* 717 *& ſuiv.*

De la décompofition de cette mine & des deux précédentes fe forment d'autres mines, dont l'une des plus remarquables eft la mine d'argent noire. M. Lehmann a obfervé que cette mine d'argent noire paroiffoit devoir fa formation à la decompofition de mines d'argent plus riches, telles que la mine d'argent rouge ou la mine d'argent vitrée : Il ajoute » que cette mine noire eft affez commune au » Hartz, en Hongrie, en Saxe, &c. & » qu'à Freyberg on la trouvoit jointe à de la » mine d'argent rouge & à de la mine d'argent » vitrée *(c)* » : & nous pouvons ajouter qu'elle eft très-commune au Perou & au Mexique, où les Efpagnols lui donnent le nom de *negrillo.* Cette mine noire eft de dernière formation, puifqu'elle provient de la décompofition des autres : auffi fe trouve-t-elle encore fouvent accompagnée d'argent en filets, qui n'eft formé lui-même que de l'agrégation des petites particules détachées des mines primitives de ce métal par le mouvement & la ftillation des eaux.

Au refte, les concrétions les plus communes de l'argent, font celles où ce métal, réduit en poudre, fe trouve interpofé, & comme incorporé dans différentes terres & pierres calcaires ou vitreufes : ces concrétions fe préfentent fouvent en maffes très-confidérables, & plus ou moins pefantes dans le rapport de la quantité de l'argent en poudre qu'elles contiennent, & quelquefois cette

(c) Article des Mines, *traduction françoife*, p. 118.

quantité fait plus de moitié de leur maſſe; elles ſont formées par l'intermède de l'eau qui a charié & dépoſé ces particules d'argent avec des terres calcaires ou vitreuſes, qui s'étant enſuite reſſerrées, conſolidées & durcies par le deſſèchement, ont formé ces concrétions auſſi riches que faciles à réduire en métal.

Et au ſujet de la réduction de l'argent minéraliſé en métal pur, nous croyons devoir ajouter à ce que nous en avons dit (*d*), l'extrait d'une Lettre de M. Polony, Médecin du Roi au Cap françois, qui, pendant un aſſez long ſéjour au Mexique, a ſuivi les opérations de ce travail. Ce ſavant Obſervateur y rend compte des procédés actuellement en uſage au Mexique : « On réduit, dit-il, en poudre » impalpable, le minérai d'argent dont on » forme une pâte liquide en l'humectant ſucceſſivement juſqu'à ce que toute la maſſe » ſoit de la même conſiſtance; on y ajoute » alors une certaine compoſition appelée » *magiſtral*; & on repaſſe toute la pâte au » moulin, afin d'y incorporer uniformément » ce *magiſtral* qui doit opérer la *déminéraliſation* : » on fait enſuite avec cette pâte différentes » pyramides d'environ dix-huit à vingt » quintaux chacune; on les laiſſe fermenter » trois jours ſans y toucher; au bout de ce » temps, un homme enfonce la main dans la » pâte, & juge par le degré de chaleur ſi la

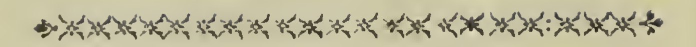
(*d*) Voyez le cinquième volume de cette hiſtoire des Minéraux, article *Argent*.

» *déminéralisation* s'est opérée ; s'il juge le con-
» traire, on étend la pâte, on l'humecte de
» nouveau, on y ajoute du *magistral*, & on la
» reduit encore en pyramides qu'on laisse de
» nouveau fermenter pendant trois jours ;
» après cela on étend la pâte sur des glacis à
» rebords ; on y jette une pluie de mercure
» qu'on y incorpore intimement en paîtrissant
» la pâte, on la remet en tas, & trois ou
» quatre jours après, à l'aide de différentes
» lotions, on ramasse le mercure qui se trouve
» chargé de tout l'argent qui s'est déminéra-
» lisé pendant l'opération » (*e*).

M. Polony se propose de publier la composition de ce *magistral*, qui n'est pas encore bien connue. Cependant je soupçonne que ce composé n'est que du sel marin auquel on ajoute quelquefois de la chaux ou de la terre calcaire, comme nous l'avons dit à l'article de *l'argent*, & dans ce cas, le procédé décrit par M. Polony, & qui est actuellement en usage au Mexique, ne diffère de celui qu'on emploie depuis long-temps au Pérou, que pour le temps où l'on fait tomber le mercure sur le minérai d'argent.

(*e*) Extrait d'une Lettre de M. Polony à M. de Buffon, datée du cap Saint-Domingue le 20 Octo[illegible] [illegible]85.





CONCRÉTIONS DU CUIVRE.

Le cuivre de première formation, fondu par le feu primitif, & le cuivre de dernière formation cémenté sur le fer par l'intermède de l'eau, se présentent également dans leur état métallique; mais la plupart des mines de cuivre sont d'une formation intermédiaire entre la première & la dernière; ce cuivre de seconde formation est un minérai pyriteux, ou plutôt une vraie pyrite dans laquelle ce métal est intimement uni aux principes du soufre & à une plus ou moins grande quantité de fer; cette mine de cuivre en pyrite jaune est, comme nous l'avons dit (*a*), très-difficile à réduire en métal, & néanmoins c'est sous cette forme que le cuivre se présente le plus communément: ces pyrites ou minérais cuivreux sont d'autant moins durs qu'ils contiennent plus de cuivre & moins de fer, & lorsque ce dernier métal s'y trouve en grande quantité, ce minérai ne peut alors se traiter avec profit, & doit être rejeté dans les travaux en grand.

Ces minerais cuivreux n'affectent aucune figure régulière, & se trouvent en masses informes dans des filons souvent très-étendus & fort profonds: & l'on observe que dans les

(*a*) Voyez dans le cinquième volume de cette histoire des Minéraux, l'article *Cuivre*.

parties

parties de ces filons qui sont à l'abri de toute humidité, ces minerais pyriteux conservent leur couleur qui est ordinairement d'un jaune-verdâtre; mais on remarque aussi que pour peu qu'ils subissent l'impression de l'air humide, leur surface s'irise de couleurs variées, rouges, bleues, vertes, &c. ces légères efflorescences indiquent le premier degré de la décomposition de ces mines de cuivre.

Quelques-uns de ces minerais pyriteux contiennent non-seulement du cuivre & du fer, mais encore de l'arsenic & une petite quantité d'argent; l'arsenic change alors leur couleur jaune en gris, & on leur donne le nom de *mines d'argent grises*; mais ce ne sont au vrai que des pyrites cuivreuses, teintes & imprégnées d'arsenic, & mêlées d'une si petite quantité d'argent qu'elles ne méritent pas de porter ce nom.

C'est de la décomposition du cuivre en état métallique ou dans cet état pyriteux, que proviennent toutes les autres minéralisations & concrétions de ce métal dont nous avons déjà donné quelques indices (*b*). Les mines de cuivre vitreuses proviennent de la décomposition des pyrites cuivreuses ou du cuivre, qui de l'état métallique a passé à l'état de chaux: ces mines sont ordinairement grises, & quelquefois blanches & même rouges, lorsqu'elles sont produites par la mine grise qui contient

(*b*) Voyez dans le cinquième volume de cette histoire des Minéraux, l'article *Cuivre*.

de l'arsenic; & la décomposition de ce minéral cuivreux & arsenical, produit encore la mine à laquelle on a donné le nom de *mine de cuivre hépatique*, parce qu'elle est souvent d'un rouge-brun couleur de foie; elle est quelquefois mêlée de bleu & chatoyante à sa superficie; elle se présente ordinairement en masses informes dont la surface est lisse & luisante, ou hérissée de cristaux bleus qui ressemblent aux cristaux d'azur qu'obtiennent nos Chimistes; ils sont seulement plus petits & groupés plus confusément.

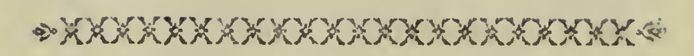
Mais la plus belle de toutes les minéralisations ou concrétions du cuivre, est celle que tous les Naturalistes connoissent sous le nom de *malachite* (*c*); nous en avons exposé l'origine & la formation (*d*), & nous avons peu de choses à ajouter à ce que nous en avons dit. On pourra voir au Cabinet du Roi, les superbes morceaux de malachites soyeuses, cristallisées & mamelonnées, dont l'auguste Impératrice des Russies a eu la bonté de me faire don : on peut reconnoître dans ces malachites toutes les variétés de cette concrétion

(*c*) La malachite est une pierre opaque d'un vert foncé, semblable à celui de la mauve d'où elle a tiré son nom : cette pierre est très propre à faire des cachets. *Pline*, *liv.* XXXVII, *chap.* 8.

(*d*) Voyez dans le cinquième volume de cette histoire des Minéraux, l'article *Cuivre*.

métallique : on pourroit en faire des bijoux & de très-belles boîtes, si le cuivre, quoique dénaturé par le fer, n'y conservoit pas encore quelques-unes de ses qualités malfaisantes.





PIERRE ARMÉNIENNE.

Je mets la pierre arménienne au nombre des concrétions du cuivre, & je la sépare du *Lapis lazuli*, auquel elle ne ressemble que par la couleur; on l'a nommée *pierre arménienne*, parce qu'elle nous venoit autrefois d'Arménie; mais on en a trouvé en Allemagne & dans plusieurs autres contrées de l'Europe: elle n'est pas aussi dure que le lapis, & sa couleur bleue est mêlée de verdâtre, & quelquefois tachée de rouge. La pierre arménienne se trouve dans les mines de cuivre (*a*), & a reçu la teinture

(*a*) M. Hill se trompe sur la nature du vrai lapis qu'il regarde, ainsi que la pierre arménienne, comme des mines de cuivre, & il paroît même les confondre dans la description qu'il en donne: Le lapis lazuli d'Allemagne se trouve, dit-il, non-seulement dans ce Royaume, mais aussi en Espagne, en Italie, dans des mines de différens métaux, & particulièrement dans celles de cuivre; la couleur qu'on en tire est sujette à changer par plusieurs accidens, & par la suite des temps elle devient verte: quel que soit l'endroit où cette pierre se trouve, elle a toujours la même figure & la même apparence, excepté que l'orientale est plus dure que les autres espèces; elle est toujours composée de trois substances qui se trouvent quelquefois mêlées à une quatrième, laquelle est une espèce de marcassite d'un jaune brillant, qui se sublime

par ce métal, tandis que le lapis lazuli a été teint par le fer.

La pierre arménienne diffère encore du lapis lazuli, en ce qu'elle eſt d'une couleur bleue moins intenſe, moins décidée & moins fixe; car cette couleur s'évanouit au feu, tandis que celle du lapis n'en ſouffre aucune altération: auſſi c'eſt avec le lapis qu'on fait le beau bleu d'outre-mer qui entre dans les émaux; & c'eſt de la pierre arménienne dont on fait l'azur ordinaire des Peintres qui perd peu à-peu ſa couleur & devient vert en aſſez peu de temps.

Dans la pierre arménienne, le grain n'eſt pas à beaucoup près auſſi fin que dans le lapis; & elle ne peut recevoir un auſſi beau poli; elle entre en fuſion ſans intermède, & réſiſte beaucoup moins que le lapis à l'action du feu; elle y perd ſa couleur, même avant de ſe fondre, enfin on peut en tirer une certaine quantité de cuivre: ainſi, cette pierre arménienne doit être miſe au nombre des mines de ce métal (*b*), & même on trouve quelque-

durant la calcination, laiſſant une odeur de ſoufre comme celles des pyrites. Les trois autres ſubſtances dont elle eſt conſtamment compoſée, ſont de beaux ſpaths criſtallins & durs, ſoulés de particules de cuivre qui leur donnent une belle couleur bleue foncée: ce ſont donc ces ſpaths qui en ſont la baſe, & qui ſont comme marbrées ou mélangées d'une matiere criſtalline blanche & d'un talc jaune-foliacé, mais les écailles en ſont ſi petites que le tout paroît en forme de poudre ». *Hill. page* 111.

(*b*) On ne remarque dans la pierre arménienne aucu-

fois de la malachite & de la pierre arménienne dans le même morceau (*c*) ; cette pierre n'est donc pas de la nature du jaspe, comme l'a dit

---

res particules de pyrites ni d'or ; on la vend quelquefois pour du vrais lapis : cependant elle en diffère en ce qu'elle se calcine au feu, qu'elle y entre facilement en fusion, & que sa couleur s'y détruit ; la poudre bleue qu'on en retire est encore bien inférieure en beauté & en dureté à l'outre-mer, mais elle est la pierre colorée en bleu dont on retire le plus abondamment du cuivre & de la meilleure espèce, en ce qu'elle est, pour ainsi dire, privée de fer, d'arsenic & de soufre. C'est avec cette pierre qu'on fait le bleu de montagne artificiel des boutiques.

On s'en sert aussi en peinture & en teinture, après qu'elle a été préparée sous le nom de *cendre verte* pour suppléer aux vraies ocres bleues de montagne. Sa prépation se fait comme celle de l'outre-mer. *Minéralogie de Bomare, tome I, pages* 282 *& suiv.*

(*c*) La pierre arménienne est de couleur de bleu-céleste, bien unie, friable néanmoins, ce qui la distingue du lazuli ; elle n'a point de taches d'or & perd sa couleur au feu, & sa couleur bleue tire un peu sur le vert ; elle n'a pas la dureté du lazuli, & même sa substance paroît être grenue comme du sable : elle ressemble à la chrysocolle, elle a seulement un peu plus de couleur, & on les trouve ensemble, & l'on voit souvent de l'une & de l'autre dans le même morceau. On la trouve en différentes contrées, comme dans le Tyrol & autres lieux où se trouvent des mines de cuivre, d'argent, &c. & aussi en Hongrie, en Transylvanie, &c. quelquefois on trouve

un de nos ſavans Chimiſtes (*d*), puiſqu'elle eſt beaucoup moins dure qu'aucun jaſpe, & même moins que le lapis lazuli; & comme elle entre en fuſion d'elle-même, je crois qu'on doit la mettre au nombre des concrétions de cuivre mêlées de parties vitreuſes & de parties calcaires & formées par l'intermède de l'eau.

Au reſte, les concrétions les plus riches du cuivre ſe préſentent quelquefois, comme celles de l'argent, en ramifications, en végétations

---

de la malachite & de la pierre arménienne dans le même morceau. Pour faire durer la couleur que l'on tire de la pierre arménienne, les Peintres ne ſe ſervent pas d'huile de lin, mais de pétrol; & lorſque ſa couleur eſt belle & ſemblable à celle de l'outremer, l'once ne ſe vend cependant qu'un demi-thaler ou un thaler. *Boece de Boot, pages* 294 & 295. (Voyez, pour la maniere de tirer la couleur de cette pierre, le même Auteur, *page* 296)

(*d*) La pierre arménienne eſt un jaſpe dont la couleur bleue, ſouvent mêlée de taches vertes & blanches, eſt l'effet de l'azur de cuivre, plus ou moins altéré, qui s'y trouve interpoſé; outre que la couleur bleue de ce jaſpe, eſt rarement auſſi belle que celle du lapis lazuli, les taches vertes dont elle eſt mêlée, & que l'azur de cuivre produit en paſſant à l'état de malachite, ſuffiſent pour empêcher de confondre ces deux pierres: quant aux taches blanches, elles indiquent les parties de ce quartz où la matiere colorante ne s'eſt point inſinuée. *Lettres de M. Demeſte, tome I, page* 462.

& en filets déliés, & de métal pur; mais comme le cuivre est plus susceptible d'altération que l'argent, ces mines en filets & en cheveux sont bien plus rares que celles de l'argent, & ont la même forme.



CONCRÉTIONS

CONCRÉTIONS DE L'ÉTAIN.

Les mines primordiales de l'étain ſe trouvent dans une roche quartzeuſe très dure, où ce métal s'eſt incorporé après avoir été réduit en chaux par le feu primitif; les criſtaux d'étain ſont des mines ſecondaires produites par la décompoſition des premières : l'eau, en agiſſant ſur ces mines formées par le feu, en a détaché, diviſé les parties métalliques qui ſe ſont enſuite réunies en aſſez grand volume, & ont pris par leur affinité, des formes régulières comme les autres criſtaux produits par l'intermède de l'eau. Ces criſtaux, uniquement formés de la chaux d'étain primitive plus ou moins pure, ne recèlent aucun autre métal, & ſont ſeulement imprégnées d'arſenic qui s'y trouve preſque toujours intimement mêlé, ſans néanmoins en avoir altéré la ſubſtance; ainſi cette chaux d'étain, criſtalliſée ou non, n'eſt point minéraliſée, & l'on ne connoît aucune minéraliſation ou concrétion ſecondaire de l'étain, que quelques ſtalactites qui ſe forment de la décompoſition des criſtaux, & qui ſe dépoſent en maſſes informes dans les petites cavités de ces mines : ces ſtalactites d'étain ſont ſouvent mêlées de fer, & reſſemblent aſſez aux hématites; & il me ſemble qu'on ne doit regarder que comme une décompoſition plus parfaitement achevée,

l'étain natif dont parle M. Romé de Liſle (*a*); car on ne peut attribuer ſa formation qu'à l'action de l'eau qui aura pu donner un peu de ductilité à cette chaux d'étain plus épurée qu'elle ne l'étoit dans les criſtaux dont elle provient.

(*a*) On a trouvé nouvellement dans les mines de Cornouailles, quelques morceaux dans leſquels on voit une ſorte d'étain qu'on doit regarder comme *natif*, & qui eſt accompagnée d'une mine d'étain blanche, ſolide, colorée dans ſa caſſure, comme certaines mines de cuivre. Cet étain natif, loin de préſenter aucune trace de fuſion, a l'apparence extérieure de la molybdène, ſans néanmoins tacher les doigts comme cette ſubſtance; il ſe briſe ſi facilement qu'au premier coup-d'œil on le croiroit privé de la métalléité; mais les molécules qu'on en détache, battues ſur le tas d'acier, s'approchent & s'uniſſent en petites lames blanches, brillantes & flexibles, qui ne diffèrent alors en rien de l'étain le plus pur : il n'eſt pas ſous forme criſtalline déterminée, non plus qu'aucun autre étain natif, s'il en exiſte. *Criſtallographie*, *par M. Romé de Liſle*, *tome III*, *pages* 407 & *ſuiv.*



CONCRÉTIONS DU PLOMB.

Le plomb n'exiſte pas plus que l'étain en état métallique dans le ſein de la Terre; tous deux, parce qu'il ne faut qu'une médiocre chaleur pour les fondre, ont été réduits en chaux par la violence du feu primitif, en ſorte que les mines primordiales du plomb ſont des pyrites que l'on nomme *galènes*, & dont la ſubſtance n'eſt que la chaux de ce métal unie aux principes du ſoufre : ces galènes affectent de préférence la forme cubique ; on les trouve quelquefois iſolées, plus ſouvent groupées dans la roche quartzeuſe : leur ſurface eſt ordinairement liſſe, & leur texture eſt compoſée de lames ou de petits grains très-ſerrés.

Le premier degré de décompoſition dans ces galènes ou pyrites de plomb, s'annonce, comme dans les pyrites cuivreuſes, par les couleurs d'iris qu'elles prennent à leur ſuperficie ; & lorſque leur décompoſition eſt plus avancée, elles perdent ces belles couleurs avec leur dureté, & prennent les différentes formes ſous leſquelles ſe préſentent les mines de plomb de ſeconde formation, telles que la mine de plomb blanche, qui eſt ſujette à de grandes variétés de forme & de couleur ; car les vapeurs ſouterraines, & ſur-tout celle du foie de ſoufre, changent le blanc de cette mine en brun & en noir.

La mine de plomb verte eſt auſſi de ſeconde

formation, elle ſeroit même toute ſemblable à la mine blanche, ſi elle n'étoit pas teinte par un cuivre diſſous qui lui donne ſa couleur verte; enfin la mine de plomb rouge eſt encore de formation ſecondaire. Cette belle mine n'étoit pas connue avant M. Lehmann, qui m'en adreſſa, en 1766, la deſcription imprimée : elle a été trouvée en Sibérie, à quelque diſtance de Catherine-bourg; elle ſe préſente en criſtalliſations bien diſtinctes, & paroît être colorée par le fer.

Au reſte, les galènes ou mines primordiales du plomb ſont ſouvent mêlées d'une certaine quantité d'argent, & lorſque cette quantité eſt aſſez conſidérable pour qu'on puiſſe l'extraire avec profit, on donne à ces mines de plomb, le beau nom de *mines d'argent*; les galènes ſe trouvent auſſi très-ſouvent en maſſes informes & mêlées d'autres matières minérales & terreuſes, qui ſervent aux minéraliſations ſecondaires de ces mines en aidant à leur décompoſition (*a*).

(*a*) Voyez dans le ſixième volume de cette Hiſtoire des Minéraux, l'article *Plomb*.



CONCRÉTIONS DU MERCURE.

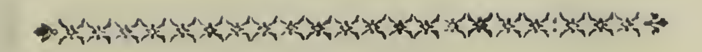
LE cinabre eſt la mine primordiale du mercure, & l'on peut regarder le vif-argent, coulant, comme le premier produit de la décompoſition du cinabre : il ſe réduit en poudre lorſqu'il ſe trouve mêlé de parties pyriteuſes; mais cette poudre, compoſée de cinabre & du fer des pyrites, ne prend point de ſolidité, & l'on ne connoît d'autres concrétions du mercure, que celles dont M. Romé de Liſle fait mention ſous le titre de *mercure en mine ſecondaire*, *mine de mercure cornée volatile*, ou *mercure doux natif.* Cette mine ſecondaire de mercure, dit « cet habile Miné- » ralogiſte, a été découverte depuis peu » parmi les mines de mercure en cinabre, du » duché de Deux-Ponts; c'eſt du mercure » ſolidifié & minéraliſé par l'acide marin avec » lequel il paroît s'être ſublimé dans les cavités » & ſur les parois de certaines mines de fer » brunes ou hépatiques de même que le mer- » cure coulant dont cette mine eſt ſouvent » accompagnée. (*a*) »

J'ai dit, d'après le témoignage des Voyageurs, qu'on ne connoiſſoit en Amérique qu'une ſeule mine de mercure à *Guanca-velica*;

(*a*) Criſtallographie, par M. Romé de Liſle, *tome III, pages 161 & ſuiv.*

mais M. Dombey, qui a examiné avec soin les terreins à mine du Pérou & du Chili, a trouvé des terres imprégnées de cinabre aux environs de *Coquimbo*, & il m'a remis pour le Cabinet du Roi, quelques échantillons de ces terres qui sont de vraies mines de mercure. Les Espagnols les ont autrefois exploitées; mais celles de *Guanca-velica* s'étant trouvées plus riches, celles de *Coquimbo* ont été abandonnées jusqu'à ce jour, où les éboulemens produits par des tremblemens de terre, dans ces mines de *Guanca-velica*, ont obligé le Gouvernement Espagnol de revenir aux anciennes mines de *Coquimbo* avec plus d'avantage qu'auparavant, par la découverte qu'a faite M. Dombey de l'étendue de ces mines dans plusieurs terreins voisins qui n'avoient pas été fouillés. D'ailleurs ce savant Naturaliste m'assure qu'indépendamment de ces mines de cinabre à *Coquimbo*, il s'en trouve d'autres aux environs de Lima, dans les provinces de *Cacatambo* & *Guanuco*, que le Gouvernement Espagnol n'a pas fait exploiter, & dont cependant il pourroit tirer avantage : il y a même toute apparence qu'il s'en trouve au Mexique; car M. Polony, Médecin du Roi au cap Saint-Domingue, fait mention d'une mine de mercure dont il m'envoie les échantillons avec plusieurs autres mines d'or & d'argent de cette contrée du Mexique (*b*).

(*b*) Lettre de M. Polony à M. le Comte de Buffon datée du cap à Saint-Domingue, 20 Octobre 1785.



CONCRÉTIONS

DE L'ANTIMOINE.

On ne connoît point de régule d'antimoine natif, & ce demi-métal eſt toujours minéraliſé dans le ſein de la Terre : il ſe préſente en minérai blanc lorſqu'il eſt imprégné d'arſenic, qui lui eſt ſi intimement uni qu'on ne peut les ſéparer parfaitement. L'antimoine ſe trouve auſſi en mine griſe, qui forme aſſez ſouvent des ſtalactites ou concrétions dont quelques-unes reſſemblent à la galène de plomb; cette mine griſe d'antimoine, eſt quelquefois mêlée d'une quantité conſidérable d'argent, & par ſa décompoſition elle produit une autre mine à laquelle on donne le nom de *mine d'argent en plumes*, quoiqu'elle contiennent huit ou dix fois plus d'antimoine que d'argent : celles qui ne contiennent que très-peu ou point d'argent, s'appellent *mines d'antimoine en plumes*, & proviennent également de la décompoſition des premières. Je n'ajouterai rien de plus à ce que j'ai déjà dit au ſujet de la formation des mines primitives & ſecondaires de ce demi-métal (*a*).

(*a*) Voyez dans le ſixième volume de cette hiſtoire des Minéraux, l'article *Antimoine*.

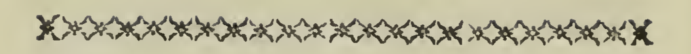
CONCRÉTIONS DU BISMUTH.

Les concrétions de ce demi-métal sont encore plus rares que celles de l'antimoine, parce que le bismuth se présente plus souvent dans son état métallique que sous une forme minéralisée ; cependant il est quelquefois, comme l'antimoine, altéré par l'arsenic & mêlé de cobalt, sans néanmoins être entièrement minéralisé : sa surface paroît alors irrisée & chatoyante, ou chargée d'une efflorescence semblable aux fleurs de cobalt : & c'est sans doute de la décomposition de cette mine que se forme celle dont M. Romé de Lisle donne la description (*a*), & qui n'étoit pas connue des Naturalistes avant lui.

(*a*) Mine de bismuth calciforme. Ce minéral, qui doit son origine à la décomposition spontanée du bismuth natif & minéralisé, n'étoit connue jusqu'à présent que sous la forme d'une efflorescence d'un jaune-verdâtre ou d'un jaune blanchâtre, qui se rencontre quelquefois à la superficie des bismuths d'ancienne formation, ce qui lui avoit fait donner le nom de *fleurs de bismuth*... Mais j'en ai reçu un morceau assez considérable de consistance solide & pierreuse, d'un jaune-verdâtre mêlé de taches blanchâtres & rougeâtres : c'est une ocre ou chaux de bismuth mêlée d'un peu de chaux de cobalt & d'ocre martiale..' La gangue de ce morceau paroit être le même jaspe

martial qui sert de gangue aux mines de bismuth de *Schenecberg* ; & il a quelque ressemblance, à la couleur près, à une pierre calaminaire cellulaire & grenue ; mais il étincelle fortement avec le briquet, & il conserve quelques parcelles d'un minéral gris, qui semble être un bismuth décomposé. *Cristallographie*, *par M. Romé de Lisle*, *tome III*, *pages* 118 *& suiv.*





CONCRÉTIONS DU ZINC.

LE zinc ne ſe trouve, pour ainſi dire, qu'en concrétions, puiſqu'on ne le tire que de la pierre calaminaire ou des blendes, & que nulle part il ne ſe trouve, dans ſon état de régule, ſous ſa forme de demi-métal : le zinc n'eſt donc qu'un produit de notre art, & comme ſa ſubſtance eſt non-ſeulement très-volatile, mais même fort inflammable, il paroît qu'il n'a été formé par la Nature qu'après toutes les autres ſubſtances métalliques; le feu primitif l'auroit brûlé, au lieu de le fondre ou de le réduire en chaux, & il eſt plus que probable qu'il n'exiſtoit pas alors, & qu'il n'a été formé comme le ſoufre, que par les détrimens des ſubſtances combuſtibles; il a en même temps été ſaiſi par les matières ferrugineuſes, car il ſe trouve en aſſez grande quantité dans pluſieurs mines de fer, auſſi bien que dans les blendes & dans la calamine, qui toutes ſont compoſées de zinc, de ſoufre & de fer. Indépendamment donc de la pierre calaminaire & des blendes, qui ſont les ſubſtances les plus abondantes en zinc, pluſieurs mines de fer de dernière formation peuvent être regardées comme des mines de ce demi-métal; c'eſt par ſon affinité avec le fer que cette matière inflammable & volatile s'eſt fixée, & l'on reconnoît cette union intime & conſtante du zinc avec le fer, par la décompoſition des

blendes & de la calamine, qui ſe réduiſent également en une ſorte d'ocre dans laquelle il ſe trouve ſouvent plus de fer que de zinc.

On ne doit donc pas être ſurpris que le cuivre jaune ou laiton ſoit quelquefois ſenſiblement attirable à l'aimant, ſurtout après avoir été frappé ou fléchi & tordu avec force, parce qu'étant compoſé de cuivre rouge & de zinc, le laiton contient toujours une certaine quantité du fer qui étoit intimement mêlé dans les blendes ou la pierre calaminaire, & c'eſt par la même raiſon que le régule de zinc, qui n'eſt jamais entièrement privé de fer, ſe trouve plus ou moins attirable à l'aimant : il en eſt de même des régules de cobalt, de nickel & de manganèſe, qui contiennent du fer, & tous ſont plus ou moins ſuſceptibles des impreſſions magnétiques.



CONCRÉTIONS DE LA PLATINE.

JE crois devoir donner ici par extrait quelques faits très-bien présentés par M. le Blond, Médecin de l'Université de Lima, qui, pendant un séjour de trois ans au Pérou, a fait de bonnes observations sur le gissement des mines d'or & de platine, & qui les a communiquées à l'Académie des Sciences, au mois de Juin 1785.

Ce savant Observateur dit avec raison, que les mines primordiales de l'or & de la platine dans l'Amérique méridionale, gissoient sur les montages de la Cordillière, dans les parties les plus élevées, d'où elles ont été détachées & entraînées par les eaux dans les vallées & les plaines les plus basses, au pied de ces montagnes.

» C'est au Choco, dit M. le Blond, que se » manifestent d'une manière très-sensible, » les différens lits de pierres arrondies & de » terres entassées qui forment les mines de » transport; ce pays est entièrement comme » le réservoir où viennent aboutir presque » toutes les eaux qui descendent des provinces » de Pastos, Platya, &c. & conséquemment » le lieu le plus bas, & qui doit être le plus » abondamment pourvu des corps métalliques » qui auront été détachés, & entraînés par les » eaux, des lieux les plus élevés.

» En effet, il est rare au Choco, de ne pas

» trouver de l'or dans presque toutes ces » terres transportées que l'on fouille, mais » c'est uniquement à peu-près au nord de ce » pays, dans deux districts seulement appelés » *Cytara* & *Novita*, qu'on le trouve toujours » mêlé plus ou moins avec la platine, & jamais » ailleurs ; il peut y avoir de la platine autre » part, mais elle n'a sûrement pas encore été » découverte dans aucun autre endroit de » l'Amérique.

» Les deux paroisses de *Novita* & *Cytara*, » sont, comme on vient de le dire, les deux » seuls endroits où l'on trouve les mines d'or » & de platine; on les exploite par le lavage » qui est la manière usitée pour toutes les » mines de transport de l'Amérique méri- » dionale. L'or & la platine se trouvent con- » fondus & mêlés dans les terres déposées par » les eaux, sans aucune marque qui puisse » faire distinguer une mine formée sur les » lieux.... Lorsque l'on a obtenu par le lavage, » l'or & la platine de la terre dans laquelle ces » métaux sont mêlés, on les sépare grain par » grain avec la lame d'un couteau ou autre- » ment, sur une planche bien lisse; &, s'il » reste dans la platine, après l'avoir ainsi » séparée, quelques légères paillettes d'or » dont le travail emporteroit trop de temps, » on les amalgame avec du vif-argent, à l'aide » des mains & ensuite d'une masse ou pilon de » bois, dans une espèce d'auge de bois dur, » comme le gayac, & on parvient de cette » manière, quoiqu'assez imparfaitement, à » les unir au mercure, dont on les dégage » après par le moyen du feu.

» On ne nie pas qu'il n'y ait quelques
» Mineurs qui fassent cet amalgame dans des
» mortiers avec leurs pilons de fer ou de
» cuivre ; mais il ne seroit pas vraisemblable
» d'attribuer à cette manipulation, l'applatisse-
» ment de quelques grains de platine, puis-
» qu'un grain de ce métal très-difficile à appla-
» tir, ne pourroit jamais l'être, étant joint à dix
» mille autres qui ne le sont pas, & que d'ail-
» leurs on trouve dans cette matière, telle
» qu'on la retire de la terre, des grains applatis
» mêlés avec des grains d'or (*a*), qu'on
» distingue très-bien à la simple vue, & qui
» n'y seroient sûrement pas si elle avoit été
» soumise à l'amalgame.

» C'est ce même amalgame mal rassemblé,
» qui laisse quelquefois après lui des gouttes
» de vif-argent qu'on a cru devoir exister
» dans la platine ; c'est une erreur dont on
» doit d'autant mieux se désabuser, qu'ex-

(*a*) Dans la grande quantité de platine que M. Dombey a rapportée du Pérou, & dont il a remis une partie au Cabinet du Roi, il s'est trouvé un de ces grains de platine applatis, de trois lignes de longueur sur deux lignes de largeur, & cela confirme ce que dit à ce sujet M. le Blond. C'est le plus grand grain de platine que j'ai vu : M. Dombey m'a assuré qu'il en connoissoit un de trois onces pesant, qui étoit entre les mains de Don Antonio-Joseph Arreche, Visiteur général du Pérou, & qui a été envoyé à la Société royale de Biscaye. Ce gros grain est de la même figure que les petits, & tous paroissent avoir été fondus par le feu des volcans.

» cepté les mines de *Guanca-velica* au Pérou, » on n'a pu découvrir jusqu'à présent aucune » mine de mercure ou de cinabre dans toute » l'Amérique espagnole (*b*), nonobstant les » grandes récompenses promises par le Gou- » vernement.

» C'est aux deux Cours des Monnoies de » *Sainte-Foi & de Popayan*, que se porte tout » l'or du Choco, pour y être monnoyé; là, » se fait un second tirage de la platine qui » pourroit être restée avec l'or; les Officiers » royaux la gardent, & quand il y en a une » certaine quantité, ils vont avec des témoins » la jeter dans la rivière de Bogota, qui passe » à deux lieues de Sainte-Foi, & dans celle » du Caouca, à une lieue de Popayan: il » paroît qu'aujourd'hui ils l'envoient en » Espagne.

» On trouve toujours la platine mêlée avec » l'or, dans la proportion d'une, deux, trois, » quatre onces, & davantage, par livre d'or; » les grains de ces deux matières ont à peu- » près la même forme & la même grosseur, » ce qui est très-digne d'être remarqué.

» Si la proportion de la platine avec l'or est » plus considérable, alors on travaille peu la » mine, ou même on l'abandonne, parce que » la quantité de ces deux métaux ensemble » étant à peu-près la même que celle d'une

---

(*b*) Je dois observer qu'il se trouve des mines de mercure au Chili, & en quelques autres contrées de l'Amérique méridionale. Voyez ci-devant l'article *Concrétions du mercure.*

» autre mine où on ne tireroit que de l'or pur,
» il s'enſuit que quand le proportion de la
» platine eſt trop conſidérable, celle de l'or,
» décroiſſant en même raiſon, n'offre plus
» les mêmes avantages pour pouvoir la tra-
» vailler avec profit, & c'eſt pour cela qu'on
» la laiſſe : il ne ſeroit pas moins intéreſſant
» de s'aſſurer ſi cette ſubſtance ne ſe rencon-
» treroit pas ſeule & ſans mélange d'or dans
» des mines qui lui ſeroient propres.

» La platine, ainſi que l'or qui l'accom-
» pagne, ſe trouvent de toute groſſeur,
» depuis celle d'une fine pouſſière juſqu'à celle
» d'un pois, & l'on ne rencontre pas de plus
» gros morceaux de platine, ou du moins ils
» doivent être bien rares, car quelque peine
» que je me ſois donnée, je n'ai pu m'en
» procurer aucun, & je n'en ai vu qu'un ſeul
» à peu-près de la groſſeur d'un œuf de pigeon
» (*c*); j'ai vu des morceaux d'or qui m'ont
» paru fondus naturellement, beaucoup plus
» conſidérables.

» Il eſt vraiſemblable que comme l'or a ſes
» mines propres, la platine peut avoir auſſi
» les ſiennes d'où elle a été détachée par une
» force quelconque, & entraînée par les eaux

(*c*) Ce morceau eſt le même dont nous avons parlé ci-devant, d'après M. Dombey, dans la note (*a*); car M. le Blond dit, comme M. Dombey, « que ce morceau fut remis à Don Areche, intendant du Pérou, pour en faire préſent à la Société royale de Biſcaye, qui doit actuellement le poſſéder ».

» dans

» dans les mines de tranſport où on la trouve ;
» mais ces mines propres où ſont-elles ? c'eſt
» ce qu'on n'a pas encore pris la peine d'exa-
» miner.

» ...... Puiſque l'or & la platine ſe trouvent
» dans leurs mines de tranſport, à peu-près de
» même groſſeur, il ſembleroit que ces deux
» métaux doivent avoir auſſi à peu près une
» même ſource, & peut-être les mêmes
» moyens de métalliſation ; ils diffèrent cepen-
» dant eſſentiellement en couleur, en malléa-
» bilité, & en poids. Ne pourroit-on pas
» préſumer, d'après les ſcories de fer qui
» accompagnent toujours plus ou moins la
» platine, qu'elle n'eſt elle-même qu'une
» modification de ce métal par le feu, d'une
» façon juſqu'ici inconnue, qui la prive de la
» couleur, de la malléabilité & de la peſanteur
» ſpécifique de l'or ? ..... M. Bergmann a été
» sûrement mal informé quand il dit que la
» force magnétique du fer dans la platine,
» vient vraiſemblablement de la trituration
» qu'on lui fait éprouver dans la meule de fer
» pour ſéparer l'or par l'amalgame, & que
» c'eſt au moins de-là que vient le mercure
» qui s'y trouve ; qu'il arrive peu de platine
» en Europe qui n'ait paſſé par cette meule
» (*Journal de Phyſique*, 1778, *page* 327). Cette
» meule dont parle M. Bergmann n'exiſte pas,
» au moins n'en ai je jamais entendu parler.
» Quant au mercure il a raiſon, & cette
» ſubſtance ſe trouve aſſez ſouvent dans la
» platine. »

Je dois joindre à ces obſervations de M. le Blond, quelques réflexions : je ne penſe pas

que le fer seul puisse se convertir en platine comme il paroît le présumer. J'ai déjà dit que la platine étoit composée d'or dénaturé par l'arsenic, & de fer réduit en sablon magnétique par l'excessive violence du feu, & j'ai fait faire quelques essais pour vérifier ma présomption. M. l'Abbé Rochon a bien voulu se charger de ce travail, & j'ai aussi prié M. de Morveau de faire les mêmes expériences. L'or fondu avec l'arsenic devient blanc, cassant & grenu, il perd sa couleur, & prend en même temps beaucoup plus de dureté; cet or altéré par l'arsenic, fondu une seconde fois avec le sablon ferrugineux & magnétique qui se trouve mêlé avec la platine naturelle, forme un alliage qui approche beaucoup de la platine, tant par la couleur que par la densité. M. l'abbé Rochon m'a déjà remis le produit de nos deux premiers essais, & j'espère que nous parviendrons à faire de la platine artificielle par le procédé suivant, dont seulement il faudra peut-être varier les doses & les degrés de feu.

Faites fondre un gros d'or le plus pur avec six gros d'arsenic, laissez refroidir le bouton, pulvérisez cet or fondu avec l'arsenic dans un mortier d'agate, mêlez cette poudre d'or avec trois gros du sablon magnétique, qui se trouve mêlé à la platine naturelle, & comme la fusion de ce mélange exige un feu très-violent, & qu'il faut que le sablon ferrugineux s'incorpore intimement avec l'or, vous ajouterez à ces matières une bonne quantité de nitre, qui produira assez d'air inflammable pour rendre la fusion parfaite, & vous obtiendrez par cette

opération, un produit très-ſemblable à la platine naturelle. Il eſt certainement plus poſſible de faire de la platine artificielle que de convertir la platine en or; car quelques efforts qu'aient fait nos Chimiſtes pour en ſéparer ce métal précieux, ils n'ont pu réuſſir, & de même ils n'ont pu en ſéparer abſolument le fer qu'elle contient; car la platine la plus épurée, qui paroît ne pas être attirable à l'aimant, contient néanmoins dans ſon intérieur des particules de ſablon magnétique, puiſqu'en la réduiſant en poudre, on y trouve ces particules ferrugineuſes qu'on peut en retirer avec l'aimant.

Au reſte, je ne ſais pas encore ſi nous pourrons retirer l'or de ces boutons de platine artificielle, qui me paroiſſent avoir toutes les propriétés de la platine naturelle; ſeulement il me paroît que quand l'or a été dénaturé par l'arſenic, & intimement mêlé avec le ſablon ferrugineux & magnétique, il n'y a guère moyen de lui rendre ſa ductilité & ſa première nature, & que par conſéquent il ſera toujours très-difficile de tirer de la platine tout l'or qu'elle contient, quoique la préſence de ce métal dans la platine nous ſoit démontrée par ſon poids ſpécifique, comme la préſence du fer l'eſt auſſi par ſon magnétiſme.



PRODUITS VOLCANIQUES.

Nous avons parlé en plusieurs endroits de cet ouvrage des basaltes & des différentes laves produites par le feu des volcans (*a*); mais nous n'avons pas fait mention des différentes substances qu'on est assez surpris de trouver dans l'intérieur de ces masses vitrifiées par la violence du feu : ce sont des cailloux (*b*), des agates, des hyacinthes, des crysolites, des grenats, &c. qui tous ont conservé leur forme,

(*a*) Voyez le cinquième volume des supplémens à l'Histoire Naturelle, & le troisième volume de cette Histoire des Minéraux.

(*b*) Il est à propos de remarquer que dans beaucoup de cantons volcaniques du Vicentin, du Véronois, &c. il se trouve au milieu de la lave & de la cendre, différentes espèces de cailloux qui font feu avec l'acier, tels que des jaspes, des pierres à fusils, des agates rouges, noires, blanches, verdâtres, & de plusieurs autres couleurs. M. Arduini a décrit séparément dans le *Giornale d'Italia*, des hyacinthes, des chrysolites & des *pietre obsidiane* qu'on trouve à *Leonedo*. On voit encore dans les collines du Vicentin, qui sont formées de cendres volcaniques, des cailloux de la nature des calcédoines ou des opales (*opali enhydri*, qui contiennent de l'eau). *Lettres sur la Minéralogie, par M. Ferber, traduites par M. le Baron de Dietrich, pages 72 & 73.*

& souvent leur couleur. Quelques Observateurs ont pensé que ces pierres renfermées dans les laves, même les plus dures, ne pouvoient être que des stalactites de ces mêmes laves, qui s'étoient formées dans leurs petites cavités extérieures long-temps après leur refroidissement, en sorte qu'elles en tiroient immédiatement leur origine & leur substance (*c*); mais ces pierres bien examinées & comparées, ont été reconnues pour de vrais cailloux, cristaux, agates, hyacinthes, chrysolites & grenats, qui tous étoient formés précédemment, & qui ont seulement été saisis par la lave en fusion lorsqu'elle rouloit sur la surface de la terre, ou qu'elle couloit dans les fentes des rochers hérissés de ces cristaux; elle les a, pour ainsi dire, ramassés en passant, & ils se sont trouvés enveloppés plutôt qu'interposés dans la substance de ces laves, dès le temps qu'elles étoient en fusion.

M. Faujas de Saint-Fond nous a donné une bonne description très-détaillée des chrysolites qu'il a trouvées dans les basaltes & laves des anciens volcans du Vivarais (*d*); il ne s'est

---

(*c*) *Idem*, *pages* 81, 82, 218 *& suiv.*

(*d*) » J'appelle cette pierre *chrysolite des volcans*, parce qu'elle se trouve abondamment dans les laves & dans certains basaltes; elle est en grains irréguliers ou en petits fragmens, qui ont la couleur, la dureté & les autres caractère de la véritable chrysolite... La chrysolite des volcans est, en général, plus pesante que le basalte, elle donne des étincelles, lorsqu'on la frappe avec le briquet.

pas trompé ſur leur nature, & les a reconnues pour de vraies chryſolites dont les unes, dit-

---

On en trouve dans les baſaltes de *Maillas*, non loin de *Saint-Jean-le-Noir*, dont les grains ſont ſi adhérens qu'ils paroiſſent ne former qu'un ſeul & même corps. J'en ai fait ſcier & polir des morceaux qui pèſent quatre livres; il ſont d'une grande dureté, & ont pris un poli aſſez vif, mais un peu étonné à cauſe de leur contexture formée par la réunion d'une multitude de grains, qui, quoique fortement liés, ne ſont pas cependant un enſemble, un tout parfait.

» Cette ſubſtance eſt des plus réfractaires; le feu des volcans ne lui a occaſionné aucun changement ſenſible; j'ai des laves du cratère de *Montbrul*, réduites en ſcories, qui contiennent de la chryſolite qui n'a ſouffert aucune altération.

» On trouve dans la baſalte de *Maillas*, la chryſolite en fragmens irréguliers ou en noyaux arrondis; il y en a des morceaux qui pèſent juſqu'à huit ou dix livres; pluſieurs paroiſſent avoir été uſés & arrondis par l'eau avant d'avoir été pris dans les laves.

» J'ai de la chryſolite en table d'un pouce d'épaiſſeur ſur quatre pouces de longueur & deux pouces de largeur; elle ſe trouve dans une belle lave poreuſe bleue du cratère de *Montbrul*.

» La chryſolite des volcans eſt compoſée d'un aſſemblage de grains ſablonneux, plus ou moins fins, plus ou moins adhérens, raboteux, quelquefois irréguliers, quelquefois en eſpèce de croûte ou petites écailles graveleuſes, mais le plus ſouvent en fragmens anguleux qui s'engrènent les uns dans les autres; la couleur de ces grains eſt variée, les uns ſont d'un vert d'herbe tendre, d'autres d'un vert tirant ſur le jaune, couleur de la véri-

il, « sont d'un vert-clair tirant sur le jaune, » couleur de la véritable chrysolite; quelques-

---

table chrysolite; quelques-uns sont d'un jaune de topaze; certains d'une couleur noire luisante, semblable à celle du schorl; de sorte que, dans l'instant, on croit y reconnoître cette substance; mais en prenant au soleil le vrai jour de ces grains noirs, & en les examinant dans tous les sens, on s'aperçoit que cette couleur n'est due qu'à un vert-noirâtre, qui produit cette teinte sombre & foncée.

» Il y des chrysolites qui paroissent d'un jaune rougeâtre-ocreux à l'extérieur, cet accident est dû à l'altération occasionnée dans les grains jaunâtres, qui se décomposent en partie & se couvrent d'une espèce de rouille ferrugineuse.

» On trouve des chrysolites moins variées dans leurs grains & dans leur couleur; on voit non loin de *Vals*, un basalte très dur qui en contient des gros noyaux très sains & très vitreux, presque tous d'un vert tendre, légèrement nuancés de jaune : on y remarque seulement quelques grains un peu plus foncés qui se rapprochent du noir.

» C'est auprès du village de *Colombier* en Vivarais, que l'on trouve la chrysolite en grosses masses; on en voit des morceaux qui pèsent jusqu'à trente livres, elle est à très gros grains qui varient dans leur couleur.

» Cette pierre, malgré son extrême dureté, a éprouvé le sort de certaines laves qui s'attendrissent, se décomposent & passent à l'état argileux, soit à l'aide des fumées acides sulfureuses qui se sont émanées en abondance de certains volcans, soit par d'autres causes cachées qui enlèvent & détruisent l'adhésion & la dureté des corps les

» unes d'un jaune de topaze, certaines d'une » couleur noire-luisante, comme le schorl, » de sorte que, dans l'instant, on croit y » reconnoître cette substance; mais en prenant » au soleil le vrai jour de ces grains noirs, » & en les examinant dans tous les sens, on » s'aperçoit que cette couleur n'est qu'un vert- » noirâtre qui produit cette teinte sombre & » foncée. » En effet, cette substance vitreuse n'est point du schorl, mais du cristal de roche teint comme tous les autres cristaux & chrysolites vertes ou jaunâtres, lesquelles étant très-réfractaires au feu n'ont point été altérées par la chaleur de la lave en fusion, tandis que les grenats & les schorls qui sont fusibles ont souvent été dénaturés par cette même chaleur: ces schorls ont perdu par l'action du feu volcanique, non-seulement leur couleur, mais une portion considérable de leur substance; les grenats en particulier qui ont été volca-

plus durs; on voit, non loin du volcan éteint de Chenavari en Vivarais; une lave compacte qui s'est décomposée & a passé à l'état d'argile de couleur fauve, qui contient des noyaux de chrysolite dont les grains ont conservé leur forme & leur couleur, mais qui ont perdu leur coup-d'œil vitreux, & qui s'exfolient & se réduisent en poussière sous les doigts, tandis que dans la même matière volcanique argileuse, on voit encore des portions de lave poreuse grise, qui n'ont pas perdu leur couleur, & qui ne sont que légèrement altérées ». *Recherches sur les volcans éteints, par M. Faujas de Saint-Fond, pages* 247 *& suiv.*

nisés,

nifés, font blancs, & ne pèfent fpécifiquement que 24684; tandis que le grenat dans fon état naturel, pèfe 41888. Le feu des laves en fufion peut donc altérer, & peut-être fondre les fchorls, les grenats & les feld-fpaths; mais les criftaux quartzeux, de quelque couleur qu'ils foient, réfiftent à ce degré de feu; & ce font ces criftaux colorés & trouvés dans des bafaltes (*e*) & les laves, auxquels on a donné les noms de *chryfolites*, *d'améthyftes*, *de topazes & d'hyacinthes des volcans.*

(*e*) La teinte violette de ces criftaux eft fouvent très légère, il y en a de verdâtres auxquels on pourroit donner le nom de *chryfolites*... J'ai vu un morceau provenant des éruptions du Véfuve, lequel, outre un grand nombre d'hyacinthes volcaniques d'un brun-noirâtre, contient auffi des prifmes hexaèdres tronqués net aux deux extrémités; ce font des améthiftes bafaltiques décolorées par l'action du feu; elles font blanches, prefque opaques, & même étonnées; il y en a une qui eft tronquée de manière à former un prifme à douze pans irréguliers. *Lettres du docteur Demefte au docteur Bernard*, *tome I*, *pages* 428 & 429.



DES BASALTES,

DES LAVES ET DES LAITIERS

VOLCANIQUES.

COMME M. Faujas de Saint-Fond eſt de tous les Naturaliſtes celui qui a obſervé avec le plus d'attention & de diſcernement les différens produits volcaniques, nous ne pouvons mieux faire que de donner ici par extrait les principaux réſultats de ſes obſervations « Le » baſalte, dit-il, ſe préſente ſous la forme » d'une pierre plus ou moins noire, dure, » compacte, peſante, attirable à l'aimant, » ſuſceptible de recevoir le poli, fuſible par » elle-même ſans addition, donnant plus ou » moins d'étincelles avec le briquet, & ne » faiſant aucune efferveſcence avec les acides.

» Il y a des baſaltes de forme régulière en » priſmes, depuis le triangle juſqu'à l'octogone, qui forment des colomnes articulées » ou non articulées, & il y en a d'autres en » forme irrégulière. On en voit de grandes » maſſes en tables, en murs plus ou moins » inclinés, en rochers plus ou moins pointus, » & quelquefois iſolés, en remparts eſcarpés, » & en blocs ou fragmens raboteux & irréguliers. Les baſaltes à cinq, ſix & ſept faces, » ſe trouvent plus communément que ceux à » trois, quatre ou huit faces; ils ſont tous de

» forme priſmatique, & la grandeur de ces » priſmes varie prodigieuſement; car il y en a » qui n'ont que quatre à cinq lignes de diamètre » ſur un pouce & demi ou deux pouces de » longueur, tandis que d'autres ont pluſieurs » pouces de diamètre ſur une longueur de plu- » ſieurs pieds.

» La couleur des baſaltes eſt communément » noire, mais il y en a d'un noir d'ébène, » d'autre d'un noir-bleuâtre, & d'autre plutôt » gris que noir, d'autre verdâtre, d'autre » rougeâtre ou d'un jaune d'ocre; les différens » degrés d'altération de la matière ferrugi- » neuſe qu'ils contiennent leur donnent ces » différentes couleurs; mais en général, lorſ- » qu'ils ſont décompoſés, leur poudre eſt d'un » gris-blanchâtre.

» Il y a de grandes maſſes de baſalte en » tables ou lits horizontaux : ces tables ſont » de différentes épaiſſeurs; les unes ont plu- » ſieurs pieds, & d'autres ſeulement quelques » pouces d'épais; il y en a même d'aſſez min- » ces pour qu'on puiſſe s'en ſervir à couvrir » les maiſons. C'eſt des tables les plus épaiſſes » que les Egyptiens, & après eux les Ro- » mains, ont fait des ſtatues dans leſquelles » on remarque particulièrement celles du » baſalte verdâtre (*a*).

» Les laves diffèrent des baſaltes par plu- » ſieurs caractères, & particulièrement en ce

---

(*a*) Minéralogie des volcans, par M. Faujas de Sain- Fond; *Paris*, in-8°. *chap.* 1, 10 & 11.

» qu'elles n'ont pas la forme priſmatique, & » on doit les diſtinguer en laves compactes & » en laves poreuſes : la plupart contiennent » des matières étrangères, telles que des » quartz, des criſtaux de feld-ſpath, de ſchorl, » de mica, ainſi que des zéolites, des granites, » des chryſolites, dont quelques-unes ſont, » comme les baſaltes, ſuſceptibles de poli; » elles contiennent auſſi du grès, du tripoli, » des pierres à raſoir, des marbres & autres » matières calcaires.

» Le granit qui ſe trouve dans les laves po» reuſes a ſubi quelquefois une ſi violente » action du feu qu'il ſe trouve converti en un » émail blanc.

» Il y a des baſaltes & des laves qui ſont » évidemment changés en terre argileuſe, » dans laquelle il ſe trouve quelquefois des » chryſolites qui ont perdu leur brillant & » leur dureté, & qui commencent elles-mêmes » à ſe convertir en argile.

» On trouve de même dans les laves, des » grenats décolorés & qui commencent à ſe » décompoſer, quoiqu'ils aient encore la » caſſure vitreuſe, & qu'ils aient conſervé » leur forme; d'autres ſont très-friables & » approchent de l'argile blanche.

» Les hyacinthes accompagnent ſouvent » les grenats dans ces mêmes laves, & quel» quefois on y rencontre des géodes de cal» cédoine qui contiennent de l'eau, & d'autres » agates ou calcédoines ſans eau, des ſilex ou » pierre à fuſil, & des jaſpes de diverſes cou» leurs : enfin on a rencontré dans les laves » d'Expailly près du Puy en Vélay, des ſaphirs

» qui semblent être de la même nature que les
» saphirs d'Orient. On trouve aussi dans les
» laves, du fer cristallisé en octaèdre, du fer
» en mine spéculaire, en hématite, &c.

» Il y a des laves poreuses qui sont si légères
» qu'elles se soutiennent sur l'eau, & d'autres
» qui, quoique poreuses, sont fort pesantes :
» la lave plus légère que l'eau est assez
» rare. » (*b*)

Après les basaltes & les laves, se présentent les laitiers des volcans : ce sont des verres ou des espèces d'émaux qui peuvent être imités par l'art; car en tenant les laves à un feu capable de les fondre, on en obtient bientôt une verre noir, luisant & tranchant dans sa cassure : on vient même, dit M. Faujas, de tirer parti, en France, du basalte, en le convertissant en verre. L'on a établi dans les environs de Montpellier, une verrerie où l'on fait avec ce basalte fondu de très-bonnes bouteilles.

Nous avons déjà dit qu'on appelle *pierre de gallinace*, au Pérou, le laitier noir des volcans; ce nom est tiré de celui de l'oiseau *gallinazo*, dont le plumage est d'un beau noir : on trouve de ce laitier ou verre noir, non seulement dans les volcans des Cordillières en Amérique, mais en Europe, dans ceux de Lipari, de Vulcano, de même qu'au Vésuve & en Islande, où il est en grande abondance.

(*b*) Minéralogie des volcans, par M. Faujas de Saint-Fond; *Paris*, in-8°. *chap.* 13 & 14.

Le laitier blanc des volcans eſt bien plus rare que le noir. M. Faujas en a ſeulement trouvé quelques morceaux dans le volcan éteint du Couerou en Vivarais, & en dernier lieu à Staffa, l'une des îles Hébrides; & d'autres Obſervateurs en ont rencontré dans les matières volcaniques en Allemagne près de Saxenhauſen, auſſi-bien qu'en Iſlande & dans les îles Féroë. Ce verre blanc eſt tranſparent, & le noir le devient lorſqu'il eſt réduit à une petite épaiſſeur; & quand les élémens humides ont agi pendant long-temps ſur ces verres, ils s'iriſent comme nos verres factices, ce qui les rend chatoyans (*c*).

M. Troil dit qu'indépendamment du verre noir (fauſſe agate d'Iſlande), on trouve auſſi en Iſlande, des verres blancs & tranſparens & d'autres d'un aſſez beau bleu, qui ſont les plus rares de tous. Il ajoute qu'il y en a qui reſſemblent, par leur couleur verdâtre & par leur pâte groſſière, à notre verre à bouteilles (*d*).

Ces laitiers des volcans, & ſur-tout le laitier noir, ſont compactes, homogènes, & aſſez durs pour donner des étincelles avec l'acier: on peut les tailler & leur donner un beau poli, & l'on en fait d'excellentes pierres de touche en les dégroſſiſſant, ſans leur donner le dernier poli (*e*).

(*c*) Minéralogie des volcans, par M. Faujas de Saint-Fond; *Paris*, in-8°. *chap.* 16.

(*d*) Lettres ſur l'Iſlande, *page* 337.

(*e*) Cette matière a été indiquée par Pline, ſous le nom de *lapix lydius*.

Lorſque les laves & les baſaltes ſont réduits en débris & remaniés par le feu du volcan, ils forment avec les nouvelles laves, des blocs qu'on peut appeler *poudingues volcaniques* : il y en a de plus ou moins durs, & ſi les fragmens qui compoſent ces poudingues, ſont de forme irrégulière, on peut les appeler des *brèches volcaniques.* M. Faujas a obſervé que l'égliſe Cathédrale du Puy en Vélay, a été conſtruite d'une pierre dont le fond eſt une brèche volcanique noire dans un ciment jaunâtre (*f*).

Les unes de ces brêches volcaniques ont été formées par la ſeule action du feu ſur les anciennes laves, d'autres ont été produites par l'intermède de l'eau, & dans des éruptions que M. Faujas appelle *éruptions boueuſes* ou *aqueuſes* ; elles ſont ſouvent mélangées de pluſieurs matières très-différentes, de jaſpe rouge, de ſchorl noir, de granit roſe & gris, de pierre à fuſil, de ſpath & pierre calcaire, & même des ſubſtances végétales réduites en une ſorte de charbon.

Toutes ces matières volcaniques, baſaltes, laves & laitiers, étant en grande partie d'une eſſence vitreuſe, ſe décompoſent par l'impreſſion des élémens humides, & même par la ſeule action de l'acide aérien. Les matières autrefois volcaniques, maintenant argileuſes, dit M. Ferber, molles comme de la cire, ou endurcies & pierreuſes, ſont blanches pour la plupart ; mais on en trouve auſſi de rouges,

(*f*) Minéralogie des volcans, *chap.* 16.

de grises-cendrées, de bleuâtres & de noires: on rencontre des laves argileuses dans tous les volcans agissans & éteints, & cette altération des laves peut s'opérer de plusieurs manières. Il y a de ces laves altérées par l'acide sulfureux du feu des volcans, qui sont presque aussi rouges que les *minium*; il y en a d'autres d'un rouge-pâle, d'un rouge-pourpre, de jaunes, de brunes, de grises, de verdâtres, &c.

M. Faujas divise les produits volcaniques altérés :

En laves compactes ou poreuses qui ont perdu simplement leur dureté en conservant leurs parties constituantes, à l'exception du phlogistique du fer qui a disparu :

Et en laves amollies & décolorées par les acides qui ont formé, en se combinant avec les diverses matières qui constituent ces mêmes laves, différens produits salins ou minéraux, dont l'origine nous seroit inconnue si nous n'avions pas la facilité de suivre la Nature dans cette opération.

Il en décrit plusieurs variétés de l'une & l'autre sorte : il présente dans la première de ces deux divisions, des basaltes & des laves, qui ayant conservé leur forme, leur nature & leur dureté sur une de leurs faces, sont entièrement décomposées sur l'autre, & converties en une substance terreuse, molle, au point de se laisser aisément entamer, & l'on peut suivre cette décomposition jusqu'à l'entière conversion du basalte en terre argileuse.

Il y a des basaltes devenus argileux, qui sont d'un gris plus ou moins foncé; d'autres d'une teinte jaunâtre & comme rouillés;

d'autres dont la surface est convertie en argile blanche, grise, jaunâtre, violette, rouge. Plusieurs de ces basaltes décomposés contiennent des prismes de schorl qui ne sont point altérés, ce qui prouve que les schorls résistent bien plus que les basaltes les plus durs aux causes qui produisent leur décomposition.

Ce savant Naturaliste a aussi reconnu des laves décomposées en une argile verte, savonneuse, & qui exhaloit une forte odeur terreuse; & enfin il a vu de ces laves qui renfermoient de la chrysolite & du schorl qui n'étoit pas décomposé, tandis que la chrysolite étoit, comme la lave, réduite en argile, ce qui semble prouver que le quartz résiste moins que le schorl à la décomposition.

Dans la seconde division, c'est-à-dire dans les laves amollies & décolorées par les acides, qui ont formé différens produits salins ou minéraux, M. Faujas présente aussi plusieurs variétés dans lesquelles il se trouve du sel alumineux, lorsque l'acide vitriolique s'unit à la terre argileuse; ce même acide produit le gypse avec la terre calcaire, le vitriol vert avec la chaux de fer, & le soufre avec la matière du feu.

Les variétés de cette sorte, citées par M. Faujas (g), sont,

1.° Un basalte d'un rouge-violet, ayant la cassure de la pierre calcaire la plus dure, quoique ce basalte soit une véritable lave &

(g) Minéralogie des volcans, *chap.* 17.

d'une nature très-différente de toute matière calcaire (*h*) :

2.° Une lave d'un blanc nuancé de rouge :

3.° Une lave dont une partie est changée en une pierre blanche tendre, tandis que l'autre partie qui est dure & d'un rouge foncé, a conservé toute sa chaux ferrugineuse chargée en colcotar :

4.° Une lave décomposée, comme la précédente, avec une enveloppe de gypse blanc & demi-transparent :

5.° Une lave poreuse d'un blanc-jaunâtre avec des grains de sélénite : la terre argileuse qui forme cette lave, se trouve convertie en véritable alun natif; l'acide vitriolique uni à la terre argileuse produit, comme nous venons de le dire, le sel alumineux & le véritable alun natif; lorsqu'il s'unit à la base du fer il forme le vitriol vert; en s'unissant donc dans de certaines circonstances à la terre ferrugineuse des laves, il pourra produire ce vitriol, pourvu qu'il soit affoibli par les vapeurs aqueuses; & cette combinaison est assez rare, & ne se trouve que dans les lieux où il y a des sources bouillantes. On en voit sous les parois de la grotte de l'île de Volcano, où il y a une mare d'eau bouillante, sulfureuse & salée.

On trouve aussi du sel marin en grumeaux, adhérens à de la lave altérée ou à du sable vomi par les volcans : ce sel marin ne se présente pas sous forme cubique, parce qu'il n'a

(*g*) Minéralogie des volcans, *chap.* 19, *variété* XX, *page* 407.

pas eu le temps de ſe criſtalliſer dans l'eau marine rejetée par les volcans. Il ſe trouve de même de l'alkali fixe blanc dans les cavités de quelques laves nouvelles ; & comme on trouve encore du ſel ammoniac dans les volcans, cela prouve que l'alkali volatil s'y trouve auſſi, ſans parler du ſoufre qui, comme l'on ſait, eſt le premier des produits volcaniques, & qui n'eſt que la matière du feu ſaiſie par l'acide vitriolique.

Quelquefois le ſoufre s'unit dans les volcans à la matière arſenicale, & alors de jaune il devient d'un rouge vif & brillant ; mais comme nous l'avons dit (*i*), le ſoufre ſe produit auſſi par la voie humide : on en a pluſieurs preuves, & les beaux criſtaux qu'on a trouvés dans la ſoufrière de Conilla, à quatre lieues de Cadix, & qui étoient renfermés dans des géodes de ſpath calcaire, ne laiſſent aucun doute à ce ſujet : il en exiſte d'ailleurs de pareils dans divers autres lieux, tantôt unis à la ſélénite gypſeuſe, tantôt à l'argile, ou renfermés dans des cailloux ; nous ſavons même qu'on a trouvé, il y a ſix ou ſept ans, du ſoufre bien criſtalliſé & formé par la voie humide dans l'ancien égout du fauxbourg Saint-Antoine ; ces criſtaux de ſoufre étoient adhérens à des matières végétales & animales, telles que des cordages & des cuirs.

(*i*) Voyez dans le troiſième volume de cette Hiſtoire Naturelle des Minéraux, l'article du *Soufre*.

❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀❀

PIERRE DE TOUCHE.

La pierre de touche, sur laquelle on frotte les métaux pour les reconnoître à la couleur de la trace qu'ils laissent à sa surface, est un basalte plus dur que l'or, l'argent, le cuivre, & dont la superficie, quoique lisse en apparence, est néanmoins hérissée & assez rude pour les entamer & retenir les particules métalliques que le frottement a détachées. Le quartz & le jaspe, quoique plus durs que ce basalte, & par conséquent beaucoup plus durs que ces métaux, ne nous offrent pas le même effet, parce que la surface de ces verres primitifs étant plus lisse que celle du basalte, laisse glisser le métal sans l'entamer & sans en recevoir la trace. Les acides peuvent enlever cette impression métallique, parce que le basalte ou la pierre de touche, sur lesquels on frotte le métal, sont d'une substance vitreuse qui résiste à l'action des acides auxquels les métaux ne résistent pas.

Il paroît que le basalte dont on se sert comme pierre de touche, est la *pierre de Lydie* des Anciens : les Égyptiens & les autres peuples du Levant connoissent assez ces basaltes pour les employer à plusieurs ouvrages, & l'on trouve encore aujourd'hui des figures & des morceaux de ce basalte (*a*), pierre de Lydie,

(*a*) La pierre de touche est un basalte feuilleté noir,

dont la texture eſt feuilletée & la couleur brune & noire. Au reſte, il ne faut pas confondre ce baſalte, vraie pierre de touche, avec la pierre décrite par M. Pott (*b*), à laquelle il donne ce même nom ; car cette pierre de M. Pott, n'eſt pas un baſalte, mais un ſchiſte dur, mélangé d'un ſable fin de grès :

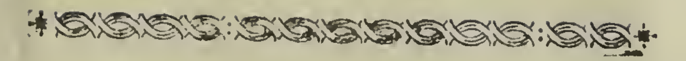
---

aſſez dur pour recevoir le poli; lorſqu'on frotte cette pierre avec un métal, il y laiſſe un trait coloré qui cache à l'action de l'acide nitreux, ſi ce métal n'eſt pas de l'or ou de la platine... Les Egyptiens s'en ſont ſervis pour faire des vaſes & des ſtatues; j'en ai vu pluſieurs à Rome qui m'ont paru de la plus grande dureté, cependant lorſqu'on laiſſe ces pierres expoſées aux injures de l'air, elles ſe couvrent d'une eſpèce de pouſſière ou rouille qui détruit inſenſiblement leur poli. Il y a en Suède un baſalte cendré ou noirâtre & feuilleté, nommé *ſaxum trapezum*, parce que, dans ſa fracture, il repréſente quelquefois les marches d'un eſcalier (*trapp* en Suédois, veut dire eſcalier): il m'a paru d'un grain moins fin que la vraie pierre de touche. *Lettres de M. Demeſte*, *tome I*, *page* 375.

(*b*) La pierre de touche a été mal-à-propos nommée *marbre noir* : c'eſt, ſelon M. Pott, un ſchiſte d'un noir luiſant, dont le tiſſu eſt aſſez fin, compoſé de couches comme l'ardoiſe, ne faiſant point d'efferveſcence avec les acides, ne donnant d'étincelles avec l'acier, ni ne ſe réduiſant en chaux dans le feu; cette pierre entre parfaitement en fuſion, ſans addition, par l'action d'un feu violent, & produit un verre en manière de ſcories, d'un brun-foncé, quelquefois verdâtre, quelquefois noirâtre; on en trouve en Bohème, en Saxe, en Siléſie. *Minéralogie de Bomare*, *tome I*, *pages* 133 *& ſuiv.*

ſeulement on doit dire qu'il y a plus d'une ſorte de pierre dont on ſe ſert pour toucher les métaux, & en effet, il ſuffit pour l'uſage qu'on en fait, que ces pierres ſoient plus dures que le métal, & que leur ſurface ne ſoit pas aſſez polie pour le laiſſer gliſſer ſans l'entamer.





PIERRE VARIOLITE.

Ces pierres ſont ainſi dénommées, parce qu'elles préſentent à leur ſurface, des petits tubercules aſſez ſemblables aux grains & puſtules de la petite vérole. On trouve de ces pierres en grande quantité dans la Durance; elles viennent des montagnes au-deſſus de la vallée de Servières, à deux lieues de Briançon, d'où elles ſont entraînées par les eaux en morceaux plus ou moins gros; elles ſe trouvent auſſi en maſſes aſſez conſidérables dans cette même vallée (*a*). M. le docteur Demeſte dit que ces pierres variolites de la Durance (*b*), ſont des galets ou maſſes roulées

(*a*) C'eſt à deux lieues de Briançon, que MM. Guettard & Faujas ont découvert, dans la vallée de Servières, la ſource des pierres variolites qu'on rencontre dans la Durance : on ſait combien cette pierre eſt rare, & on ne la connoiſſoit juſqu'à préſent qu'en cailloux roulés; mais ces Meſſieurs l'ont trouvée par grandes maſſes & en rochers : il s'en détache, dans les fortes gelées, des pièces qui ſont entraînées par le ruiſſeau de Servières dans la Durance, qui les roule & les arrondit. *Journal de Phyſique de M. l'abbé Rozier, mois de Décembre* 1775, *page* 517.

(*b*) Lettres du docteur Demeſte, *tome I, pages* 377 *& ſuivantes.* — Il me ſemble que l'on doit rapporter aux pierres variolites le paſſage ſuivant : » J'ai vu, dit M.

d'un basalte grisâtre ou d'un vert-brun, lequel est souvent entre-mêlé de quelques veines quartzeuses & parsemé de petites éminences formées par des globules verdâtres, qui sont aussi du basalte, mais beaucoup plus dur que la gangue grisâtre, puisque ces globules, moins usés que le reste, en roulant forment les éminences superficielles qui ont fait donner à cette pierre le nom de *variolite* : ces petites éminences, dont le centre offre d'ordinaire un point rouge, imitent en effet assez bien les pustules de la petite vérole.

Nous devons observer ici que cet habile Chimiste suivoit la nomenclature des Allemands & des Suédois, qui donnoient alors le nom de *basalte au schorl*, par la seule raison qu'il étoit souvent configuré en prisme comme le véritable basalte; mais les Naturalistes ont rejeté cette dénomination équivoque depuis qu'ils ont reconnu, avec M. Faujas de Saint-Fond, que le nom de *basalte* ne devoit être

---

Demeste, dans différens cabinets, des basaltes en galets qui ne sont que des morceaux de basaltes roulés & arrondis par les eaux; ils étoient composés d'un basalte grisâtre parsemé de taches brunes, qui sont de petites portions globuleuses d'un basalte brun, d'une formation peut être antérieure à celle d'un basalte grisâtre qui leur sert de gangue. Ces morceaux, trouvés dans l'île de Corse, ont beaucoup d'analogie avec certains basaltes volcaniques, & pourroient bien n'être qu'un produit du feu; il faudroit, dans ce cas, les ranger parmi les produits de volcan ». *Tome I, pages* 377 *& suiv.*

donné ſpécifiquement & excluſivement qu'aux laves priſmatiques, connues ſous le nom de *baſaltes*, tels que ceux de Stolp en Miſnie, d'Antrim en Irlande, & ceux du Vivarais, du Vélai, de l'Auvergne, &c.

Pour éclaircir cette nomenclature, M. Faujas de Saint-Fond a obſervé que Wallerius, qui a nommé cette pierre *lapis variolarum* ou *variolites*, l'avoit miſe au nombre des baſaltes, ſans ſpécifier ſi c'étoit un baſalte volcanique, & que ſans autre examen, cette dénomination équivoque a été adoptée par Linnæus, par M. le baron de Born, & par pluſieurs de nos Naturaliſtes François; M. Faujas de Saint-Fond a donc penſé qu'il falloit déſigner cette pierre par des caractéres plus précis, & il l'a denommée *lapis variolites viridis verus*, afin de la diſtinguer de pluſieurs autres pierres couvertes également de taches & relevées de tubercules, & qui cependant ſont très-différentes de celles-ci.

Les Romains ont connu la véritable pierre variolite. « J'en ai vu une très-belle, dit M. » Faujas de Saint-Fond, entourée d'un cercle » d'or, qui fut trouvée en Dauphiné, dans » un tombeau antique, entre Suſe & Saint- » Paul-trois châteaux: elle avoit été regardée » probablement comme une eſpèce d'amulette » propre à garantir de la maladie avec laquelle » elle a une ſorte de reſſemblance. Quelques » peuplades des Indes occidentales, ayant la » même croyance, portent cette pierre ſuſ- » pendue à leur cou; ils la nomment *gamaïcou.* »

Cette pierre eſt particulièrement connue en Europe, ſous le nom de *variolite de la Du-*

rance, parce qu'elle eſt abondante dans cette rivière ; les torrens la détachent des hautes Alpes dauphinoiſes, dans une étroite & profonde vallée, entre Servières & Briançon.

La vraie variolite eſt d'un vert plus ou moins foncé, ſa pâte eſt fine, dure & ſuſceptible de recevoir un beau poli, quoiqu'un peu gras, particulièrement ſur les taches.

Les plus gros boutons & protubérances de la variolite, n'excèdent pas ſix à ſept lignes de diamètre, & les plus petites ne ſont que d'une demi-ligne.

L'on a reconnu dans la variolite quelques points & des linéamens de pyrite & même d'argent natif, mais en très-petite quantité. L'analyſe de cette pierre, faite avec beaucoup de ſoin par M. Faujas de Saint-Fond, tend à prouver qu'elle eſt compoſée de quartz, d'argile, de magnéſie, de terre calcaire, & d'un peu de fer qui a produit ſa couleur verte, & que les taches qui forment ces protubérances ſingulières ſur les variolites roulées, ſont dûes à des globules de ſchorl plus durs que la pierre même qui les renferme.

Cette pierre compoſée de tous ces élémens, eſt beaucoup moins commune que les autres pierres, puiſqu'on ne l'a juſqu'à préſent trouvée que dans quelques endroits de la vallée de Servières en Dauphiné, dans un ſeul autre endroit en Suiſſe, & en dernier lieu dans l'île de Corſe. Don Ulloa & M. Valmont de Bomare diſent qu'elle ſe trouve auſſi en Amérique, mais nous n'en avons reçu aucun échantillon par nos Correſpondans.

TRIPOLI.

Le tripoli eſt une terre brûlée par le feu des volcans, & cette terre eſt une argile très-fine, mêlée de particules de grès tout auſſi fines; ce qui lui donne la propriété de mordre aſſez ſur les métaux pour les polir. Cette terre eſt très-sèche, & ſe préſente en maſſes plus ou moins compactes, mais toujours friables & s'égrénant auſſi facilement que le grès le plus tendre : ſa couleur jaune ou rougeâtre, ou brune & noirâtre, démontre qu'elle eſt teinte & peut-être mêlée de fer. Cette terre déjà cuite par les feux ſouterrains, ſe recuit encore lorſqu'on lui fait ſubir l'action du feu, car elle y prend, comme toutes les autres argiles, plus de couleur & de dureté, s'émaillant de même à la ſurface, & ſe vitrifiant à un feu très violent.

Cette terre a tiré ſon nom de Tripoli en Barbarie, d'où elle nous étoit envoyée avant qu'on en eût découvert en Europe; mais il s'en eſt trouvé en Allemagne & en France (*a*).

(*a*) On trouve le tripoli dans ſes carrières, à Menat en Auvergne, & en baſſe Navarre, en Allemagne, à Tripoli en Afrique, &c par lits ou couches dont la poſition eſt indéterminée; il eſt alors tendre; mais à meſure qu'il ſe sèche, il prend une eſpèce de ſolidite qui eſt

M. Gardeil nous a donné la description de la carrière de tripoli qui se trouve en Bretagne, à Poligny près de Rennes; mais cet Observateur s'est trompé sur la nature de cette terre qu'il a cru devoir attribuer à la décomposition des végétaux (*b*). D'autres Observateurs,

---

quelquefois susceptible du poli.... Il y en a de différentes couleurs, de blanc, de gris, de jaunâtre, de rouge, de noirâtre, de veiné, &c. Le meilleur, au jugement des Lapidaires, des Orfévres & des Chaudronniers, est celui qui a une couleur jaunâtre isabelle, il polit & blanchit mieux leurs ouvrages. *Minéralogie de Bomare, tome I, pages* 60 *& suiv.*

(*b*) La carrière de tripoli, du village de Poligny, se trouve sur la route de Nantes, à cinq lieues de Rennes, c'est-à-dire, à trois lieues au-delà de Pompéan, où il y a une excellente mine de plomb submergée depuis 1750: cette mine de plomb est dans un pays schisteux.

En entrant dans ces espèces de puits qu'on a creusés sur le côteau de la montagne, qui est d'environ cinq cents pieds de haut, M. Gardeil vit que le tripoli qu'on en tire, n'est que du bois fossile qui a souffert dans l'intérieur de la terre une altération propre à le rendre tel; car, en jettant les yeux sur le fond de ces puits, on ne voit que de grands troncs d'arbres placés à côté les uns des autres, & formant comme le plan d'un bûcher qui a la même inclinaison que le penchant de la colline.... La colline qui renferme le bois fossile & le tripoli, est toute couverte de grès; ce qui peut faire croire qu'elle doit sa formation aux eaux; il se trouve dans ce grès de grandes couches de quartz.

Au reste, il paroît que la longue colline où se trouve

& en particulier M.rs Guettard, Fougeroux de Bondaroy & Faujas de Saint-Fond (*c*),

---

le tripoli, est remuée depuis un grand nombre de siècles pour en tirer cette matière : on y a creusé plusieurs puits qui se bornent tous à une médiocre profondeur, qui est sans doute la fin du bois fossile ; il est même arrivé souvent qu'en creusanr de nouveaux puits, on n'a trouvé que des terres remuées & non du tripoli : & les ouvriers assurent que cette matière manque dans les deux tiers de la colline ; ce qui prouve l'antiquité de ces travaux. *Extrait d'une Lettre sur le tripoli, à M. de Jussieu, par M. Gardeil, dans les Mémoires des Savans Etrangers, tome III, pages 19 & suiv.*

(*c*) Voici un passage de M. Grangier de Verdière, Conseiller au présidial de Riom, rapporté par M. Guettard, au sujet des carrières de tripoli de Menat.

» Les carrières de tripoli, dit M. Granglea, sont près de Menat, village à sept lieues de Riom, & à une lieue & demi de Pouzol.... A l'issue de quelques gorges, il se présente une colline où est situé le village de Menat ; pour y monter, il faut passer un ruisseau, appellé le *ruisseau de la mer*, qui coule d'Orient à l'Occident.... Les bords de ce ruisseau sont entièrement composés de ce tripoli ; celui qui est rouge a des bancs qui ont à peu-près dix-huit pouces d'épaisseur, & qui sont divisés par feuillets ; ils forment en totalité une élévation au-dessus de l'eau d'environ quinze ou seize pieds ; ils sont tous inclinés selon le courant de l'eau, c'est-à-dire, de l'Orient à l'Occident.... Ces bancs ne paroissent séparés que par des teintes plus ou moins rouges ; au-dessus des plus élevées, il y a encore une douzaine de pieds d'hau-

ont relevé cette erreur, & ont démontré que les végétaux n'ont aucune part à la formation

---

teur en terrein cultivé & portant blé. Ce terrein participe à la couleur des bancs de tripoli, mais moins foncée: ils parcourent une étendue d'environ cent pieds de longueur en descendant le ruisseau, depuis l'endroit où ils commencent jusqu'à un point où ils finissent..

» En remontant le ruisseau, depuis l'endroit où commencent ces bancs, on trouve une autre sorte de tripoli qui est noir, semblable au rouge quant à l'épaisseur des bancs & à leur inclinaison. Les bancs d'une troisième sorte, de couleur grise, sont isolés ou plutôt ils coupent quelquefois les bancs de tripoli noir, & forment ainsi différens intervalles dans la masse totale de ce dernier tripoli. Ces deux dernières sortes sont, de même que les rouges, sous un terrein qui paroît avoir quinze pieds de haut & séparé du tripoli par une bande de terre jaune épaisse de quatre à cinq pouces.

» Ayant fait déchausser avec des pioches plusieurs bancs de tripoli, j'ai trouvé dans l'intérieur une espèce de marcassite fort pesante, dure, brillante, & jetant une odeur de soufre... On trouve de ces mêmes marcassites dans les bancs sur lesquels le ruisseau coule.

» En continuant de fouiller dans le tripoli noir, à cinq ou six pieds de hauteur au-dessous de l'eau, & ayant tiré de leur place plusieurs feuillets sans les renverser, j'y ai trouvé un sel piquant qui en couvroit toute la superficie, & sur quelques autres une cristallisation en forme d'étoiles, enfin sur quelques autres une espèce de rouille de couleur jaune.

» L'étendue de tous ces bancs peut avoir en longueur trois cents pieds depuis l'endroit où ils commencent jus-

du tripoli (*d*). Ils ont obſervé avec ſoin les carrières de tripoli, à Menat en Auvergne.

---

qu'à leur jonction avec les rouges. Sur le terrein qui couvre ces derniers, & parmi les morceaux qui en ſont détachés, on trouve une eſpèce de mâchefer : les cailloux qui s'y rencontrent ſont de même qualité que ceux des environs dont on ſe ſert pour bâtir à Menat; ils ſont pour la plupart feuilletés & remplis de paillettes brillantes; on n'y en trouve aucun oblong ni applati par les côtés.

» Les carrières qui bordent le côté gauche du ruiſſeau en remontant, ſont beaucoup moins abondantes que celles qui ſont à droite.

» En général, il y a parmi les pierres dont parle M. Grangier, dit M. Guettard, des pierres de volcan, des quartzs, du granit, des pierres talqueuſes & du ſchiſte ». *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1755, *pages* 177 *& ſuiv.*

(*d*) On eſt aſſuré que le tripoli n'eſt point un bois foſſile altéré, & que les bois foſſiles des tripolières de *Poligny* en Bretagne, ſe ſont trouvés accidentellement dans une terre de tripoli qui les a pénétrées, tout comme ils auroient pu être enſevelis ſous des terres argileuſes ou calcaires. Il y a des carrières de tripoli à *Menat*, à ſept lieues de *Riom* en Auvergne, qui prouvent que cette matière eſt abſolument étrangère au bois foſſile. On trouve le tripoli ordinairement diſpoſé par lits : il eſt très léger, ſec & grenu au toucher, abſorbant l'eau avec bruit, ſans perdre de ſa conſiſtance, durciſſant lorſqu'on l'expoſe à un feu violent, & ne faiſant point d'efferveſcence avec les acides. Le tripoli eſt en général d'une couleur qui tire un peu ſur le rouge; il varie cependant

M. de Saint-Fond en a aussi reconnu des morceaux parmi les cailloux roulés par le Rhône ;

---

par sa couleur & par sa dureté ; il y en a du noir, du gris, du blanc, du rougeâtre. On trouve parmi les cailloux roulés de *Montelimart*, un très beau tripoli rougeâtre qui a été arrondi par les eaux ; on trouve quelquefois dans ces cailloux de tripoli des corps marins. On voit dans le cabinet de M. le marquis de Grollier, au *Pont-Diu*, non loin de Lyon, un bel oursin changé en tripoli, dans une pierre roulée de la même matière, que nous trouvâmes en examinant ensemble les cailloux roulés des environs de *Montelimar*, parmi lesquels on voit des masses très curieuses de basalte, qu'une irruption diluvienne a transportées du Vivarais, éloigné d'une lieue delà, de l'autre côté du Rhône. *Recherches sur les volcans éteints, par M. Faujas de Saint-Fond, page 262.* — Les pierres des environs de Menat, » dit M. de Bondaroy, celles de Poligné, près des carrières où se trouve le rripoli, sont schisteuses & plus ou moins rouges... Ces pierres particulièrement dans la carrière de Poligné, annoncent le feu qui y a passé, elles sont rédunites en écume plus ou moins légère ; ce sont des vraies pierres brûlées : rien ne peut laisser d'incertitude sur le feu qui a été aux environs de cette carrière ; des pierres ont été fondues, & on ne trouve le tripoli qu'aux environs de l'endroit où la présence du volcan est la plus apparente. A Poligné, la partie de la carrière qu'on a choisie de préférence pour l'usage, semble à la vérité avoir été lavée par les eaux, & s'être formée du dépôt des parties les plus légères & les plus fondues. C'est aussi le sentiment de M. Guettard, mais c'est la même pierre qui a souffert, comme les voisines, la chaleur du feu souterrain : outre les pierres

près

près de Montelimart, dont les plus gros sont des masses de basalte entraînées, comme les morceaux de tripoli, par le mouvement des eaux.

Par cet exposé, & d'après les faits observés par Mrs Faujas de Saint-Fond & Fougeroux de Bondaroy (*c*), on ne peut guère douter que le tripoli ne doive son origine à la décomposition des pierres quartzeuses ou roches vitreuses, mêlées de fer, par l'action des élémens humides qui les auront divisées, sans ôter à ces particules vitreuses leur entière dureté.

---

brûlées qui dénotent l'effet des feux souterrains, M. Grangier a retiré, du tripoli de *Menat* en Augergne, du soufre & du fer. J'ai obtenu, de celui de Poligné, du soufre & de l'alun, que l'on sait être des produits de volcan ». *Sur la pierre appelée* tripoli, *par M. Fougeroux de Bondaroy, Académie des Sciences, année* 1769, *pages* 272 *& suiv.*

(*c*) Voyez la note précédente.



PIERRES PONCES.

M. Daubenton a remarqué & reconnu le premier, que les pierres ponces étoient composées de filets d'un verre preſque parfait, & M. le chevalier Dolomieu a fait de très-bonnes obſervations ſur l'origine & la nature de cette production volcanique ; il a obſervé dans ſes Voyages, que l'île de Lipari eſt l'immenſe magaſin qui fournit des pierres ponces à toute l'Europe, que pluſieurs montagnes de cette île en ſont entièrement composées : il dit qu'on les trouve en morceaux iſolés dans une poudre blanche, farineuſe, & qui n'eſt elle-même qu'une ponce pulvérulente,

La ſubſtance de ces pierres, ſur-tout des plus légères, eſt dans un état de *fritte* très-rapproché d'un verre parfait : leur tiſſu eſt fibreux, leur grain rude & ſec, elles paroiſſent luiſantes & ſoyeuſes, & elles ſont beaucoup plus légères que les laves ou poreuſes ou cellulaires.

Cet illuſtre Obſervateur diſtingue quatre eſpèces de ponces qui diffèrent entr'elles par le grain plus ou moins ſerré, par la peſanteur, par la contexture & par la diſpoſition des pores

» Les pierres ponces, dit il, paroiſſent avoir » coulé à la manière des laves, avoir formé, » comme elles, de grands courans que l'on » retrouve à différentes profondeurs, les uns

» au-dessus des autres, autour du groupe des » montagnes du centre de Lipari. . . . . Les » pierres ponces pesantes occupent la partie » inférieure des courans ou massifs, les pierres » légères sont au-dessus; & il en est de même » des laves dont les plus poreuses & les plus » légères occupent toujours la partie supé- » rieure. » (*a*)

Il observe que les îles de Lipari & de Vulcano, sont les seuls volcans de l'Europe qui produisent en grande quantité des pierres ponces; que l'Etna n'en donne point, & le Vésuve très-peu; qu'on n'en trouve pas dans les volcans éteints de la Sicile, de l'Italie, de la France, de l'Espagne & du Portugal. Cependant M. Faujas de Saint-Fond en a reconnu de bien caractérisées en Auvergne, sur la montagne de Polagnac, à trois lieues de Clermont, route de Rochefort.

En examinant avec soin les différentes sortes de pierres ponces, M. le chevalier de Dolomieu a observé que les plus pesantes avoient le grain, les écailles luisantes, & l'apparence fissile du schiste micacé blanchâtre. . . . . Il a trouvé dans quelques-unes des restes de granit, qui en présentoient encore les trois parties constituantes, le quartz, le feld-spath & le mica. On sait d'ailleurs que le granit se fond en une espèce d'émail blanc & boursouflé. » J'ai vu, dit-il, ces granits acquérir par » degrés le tissu lâche & fibreux, & la con-

(*a*) Voyages aux iles de Lipari; *Paris*, *in*-4°.

» sistance de la ponce, je ne puis donc douter
» que la roche feuilletée graniteuse & micacée,
» & le granit lui-même, ne soient les ma-
» tières premières, à l'altération desquelles
» on doit attribuer la formation des pierres
» ponces. » Et il ajoute avec raison, que la rareté des pierres ponces vient de ce qu'il y a très-peu de volcans qui soient situés dans les granits, qu'ils se trouvent presque toujours dans les schistes & les ardoises, matières qui, travaillées par le feu & beaucoup moins dénaturées qu'on ne le suppose, servent de base aux laves ferrugineuses noires & rouges, que l'on rencontre dans tous les volcans. M. Dolomieu observe, 1.° que, pour qu'il y ait production de pierres ponces, il faut que le granit soit d'une nature très-fusible, c'est-à-dire, mêlé de beaucoup de feld-spath, & que le feu du volcan soit plus vif & plus actif qu'il ne l'est communément. On reconnoît, dit-il, que la fusion a toujours commencé par le feld-spath, & que le premier effet du feu sur le quartz a été de le gercer & de le rendre presque pulvérulent; 2.° que cette production peut s'opérer dans les roches granitiques, qui renferment entre leurs bandes & roches feuilletées, micacées noires & blanches, & des granits fissiles ou *gneis*, dont la base est un feld-spath très-fusible, telles qu'il l'a observé dans les granits qui sont en face de Lipari & qui s'étendent jusqu'à Melazzo (*b*).

(*b*) Voyages aux îles de Lipari; *Paris*, *in-8°.*

Au reste, les pierres ponces les plus légères & de la meilleure qualité, sont si abondantes à l'île de Lipari, que plusieurs Navires viennent chaque année en faire leur approvisionnement pour les transporter dans différentes parties de l'Europe.

M. Faujas de Saint-Fond ayant examiné les différentes sortes de pierres ponces qui lui ont été données par M. le chevalier de Dolomieu, fait mention de plusieurs variétés de ces pierres (*c*), dont les unes sont compactes & *granitoïdes*, & indiquent le premier passage du granit à la pierre ponce; d'autres qui, quoique compactes, sont composées de filets vitreux, & tiennent plus de la nature de la pierre ponce que du granit : d'autres légères, blanches & poreuses avec des stries soyeuses, & ce sont les pierres ponces parfaites qui se soutiennent & nagent sur l'eau; leur grain est sec, fin & rude, & elles servent, dans les arts, à dégrossir, & même à polir plusieurs ouvrages. Tous les filets vitreux de ces pierres sont très-fragiles, & n'ont aucune forme régulière; il y en a de cylindriques, de comprimés, de tortueux, de gros à la base, & capillaires à l'extrémité. On trouve assez souvent dans ces pierres, des vides occasionnés par des soufflures; & c'est dans ces cavités où l'on voit des filets déliés & si fins qu'ils ressemblent à de la soie : d'autres enfin sont très-légères, farineuses & friables,

---

(*c*) Minéralogie des volcans, *chapitre XV*, *pages* 268 *& suiv.*

celles-ci ſont ſi tendres & ont ſi peu de conſiſtance, qu'elles ne ſont d'aucun uſage dans les arts; cette ſorte de ponce a été *ſurcalcinée*, & s'eſt réduite en poudre; on a donné mal-à-propos à cette poudre le nom de *cendres*, dont elle n'a que la couleur & les apparences extérieures. On la trouve en très-grande abondance à l'île de Lipari, à celle de Vulcano, & dans différens autres lieux.

M. Faujas de Saint-Fond préſume avec fondement, que toutes les fois que le granit contiendra du feld-ſpath en grande quantité, l'action du feu pourra le convertir en pierre ponce, & qu'il en ſera de même de toutes les pierres & terres où la matière quartzeuſe ſe trouvera mêlée de feld-ſpath en aſſez grande quantité pour la rendre très-fuſible. On peut même croire que le baſalte remanié par le feu formera de la pierre ponce noire ou noirâtre; & que les grès & ſchiſtes mêlés de matières calcaires qui les rendent fuſibles, pourront auſſi ſe convertir en pierres ponces de diverſes couleurs.



POUZZOLANE.

PERSONNE n'a fait autant de recherches que M. Faujas de Saint-Fond sur les pouzzolanes (*a*) : on ne connoiſſoit avant lui, ou du moins

(*a*) La pouzzolane eſt un ciment naturel formé par les ſcories & par les laves des volcans... Les Romains s'en ſont beaucoup ſervis pour les acqueducs, pour les conſerves d'eau, & généralement pour tous les ouvrages expoſés à une humidité habituelle. La pouzzolane mêlée dans les proportions requiſes avec de la bonne chaux, prend corps dans l'eau, & y forme un mortier ſi adhérent & ſi intimement lié, qu'il peut braver impunément l'action des flots, ſans éprouver la moindre altération.

Il y a pluſieurs variétés dans la pouzzolane :

1°. La pouzzolane graveleuſe, compacte. pouzzolane baſaltique : la lave compacte, le baſalte réduits en petits éclats, en fragmens graveleux, ſoit par la Nature, ſoit par l'art en les pulvériſant à l'aide de moulins, ſemblables à ceux dont les Hollandois font uſage pour piler une lave plus tendre, connue ſous le nom de *tras* ou pierre d'*andernach*, peuvent fournir une pouzzolane excellente & propre à être employée dans l'eau, & hors de l'eau :

2°. Pouzzolane poreuſe formée par des laves ſpongieuſes, friables, réduites en pouſſière ou en petits grains irréguliers. C'eſt la pouzzolane ordinaire, ſi abondante dans les environs de Bayes, de Pouzzoles, de Naples,

on ne faisoit usage que de celles d'Italie, & il a trouvé dans les anciens volcans du Vivarais,

---

de Rome, & dans plusieurs parties du Vivarais; &c. le principe ferrugineux de ces laves ayant éprouvé différentes modifications, a produit des variétés dans les couleurs de cette terre volcanique; il en existe de la rouge, de la noire, de la rougeâtre, de la grise, de la brune, de la violâtre, &c... Toutes étant mélangées avec la chaux ont la propriété d'acquérir une grande dureté dans l'eau. Cette pouzzolane poreuse se trouve ordinairement en grands massifs, disposés quelquefois en manière de courans dans le voisinage des cratères ou de certaines bouches à feu moins considérables : l'on en voit qui est naturellement réduite en poussière, mais il s'en présente le plus souvent en grandes masses scorifiées qui ont une certaine adhérence, & que l'on est obligé de rompre avec des marteaux.... Il faut chercher ces pouzzolanes dans les parties où sont les laves poreuses, c'est-à-dire, dans le voisinage des volcans :

3°. Pouzzolane argileuse, rougeâtre, ou d'un rouge-vif ou d'un gris-jaunâtre, affectant même souvent d'autres couleurs, d'une pâte serrée & compacte, mais tendre & terreuse, renfermant souvent des grains ou petits cristaux de schorl noir intact; quelquefois de chrysolite volcanique friable.

Cette pouzzolane, quoique happant la langue, & ressemblant à une espèce de bol ou d'argile, est admirable pour la construction ou le revêtement des bassins, & en général, pour tous les ouvrages continuellement exposés à l'eau. Cette pouzzolane n'est point une argile, quoiqu'elle lui ressemble, mais c'est un vrai détriment des basaltes & des laves, car on y trouve souvent des mor-

des pouzzolanes de la même nature, & qui ont à peu-près les mêmes qualités que celles de l'Italie ; on doit même présumer qu'on en trouvera de semblables aux environs de la plupart des volcans agissans ou éteints ; car ce n'est pas seulement à Pouzzoles, d'où lui vient son nom, qu'il y a de la pouzzolane, puisqu'il s'en trouve dans presque tous les terreins volcanisés de Sicile, de Naples, & de la campagne de Rome. Ce produit des feux souterrains peut se trouver dans toutes les régions où les volcans agissent ou ont agi, car

---

ceaux qui sont moitié basalte & moitié lave argileuse ; elle contient un peu de fer en état métallique, car elle fait mouvoir l'aiguille aimantée ... On en exploite une très riche mine dans le Vivarais :

4°. Pouzzolane mélangée d'un grand nombre de matières volcaniques, & d'une certaine quantité de substances calcaires, qui loin d'en diminuer la bonté, la rendent au contraire, plus propre à former un ciment des plus solides, qui fait une forte prise dans l'eau, & qui résiste très bien à toutes les intempéries de l'air lorsqu'on l'emploie dans la construction des terrasses.

5°. Pouzzolane dont l'origine est due à de véritables pierres ponces, réduites en poussière ou en fragmens. Le ciment fait par cette matière est excellent, sur-tout lorsqu'elle est réduite en fragmens plutôt qu'en poussière. Cette variété est rare dans les volcans éteints de la France, elle est plus commune dans ceux de l'Italie & de la Sicile, aux îles de Lipari & de Vulcano. *Minéralogie des volcans, par M. Faujas de Saint-Fond*, in-8°. *chap. XVIII, pages 359 & suiv.*

on connoît assez anciennement les pouzzolanes de l'Amérique méridionale; celles de la Guadeloupe & de la Martinique ont été reconnues en 1696 (*b*); mais c'est à M. Ozi, de Cler-

---

(*b*) Je ne connoissois point la pouzzolane la première fois que j'allai à la Guadeloupe, en 1696, & je ne pensois seulement pas que le ciment ou terre rouge que l'on trouve en quelques lieux de cette île, fût cette pouzzolane dont on fait tant de cas en Europe; j'en avois fait employer à quelques réparations que j'avois fait faire au canal de notre moulin, & j'avois admiré sa bonté; mais ayant fait venir de France quelques livres, entr'autres Vitruve, commenté par M. Perrault, je connus, par la description qu'il fait de la pouzzolane d'Italie, que ce qu'on appeloit *ciment ou terre rouge* à la Guadeloupe, étoit la véritable pouzzolane..... On la trouve, pour l'ordinaire, aux îles, par veines d'un pied & demi à deux pieds d'épaisseur; après quoi on rencontre de la terre franche, épaisse d'environ un pied, & ensuite une autre épaisseur de ciment ou pouzzolane; nous en avons en deux ou trois endroits de notre habitation : il y en a encore auprès du bourg de la basse-terre, & en beaucoup d'autres lieux; & si on vouloit se donner la peine de chercher, on en trouveroit encore davantage.

La première expérience que je fis, pour m'assurer de la vérité, fut d'en faire du mortier tiercé dont je fis une masse de sept à huit pouces en carré, que je mis dans une cuve que je fis remplir d'eau douce, de manière que l'eau la surpassoit de sept à huit pouces; cette masse, bien loin de se dissoudre, fit corps, se sécha, & en moins de trois fois vingt-quatre heures, elle devint dure comme une pierre; je fis la même chose dans l'eau salée avec

mont-ferrand, & enſuite à MM. Guettard, Deſmarets & Paſumot, qu'on doit la connoiſſance de celles qui ſe trouvent en Auvergne; & enfin à M. Faujas de Saint-Fond la découverte & l'uſage de celles du Vélai & du Vivarais, découverte d'autant plus intéreſſante, que ces pouzzolanes du Vivarais pouvant être conduites par le Rhône juſqu'à la mer, pourront, ſinon remplacer, dumoins ſuppléer à celles que l'on tire d'Italie, pour toutes les conſtructions maritimes & autres qu'on veut défendre contre l'action des élémens humides.

Les pouzzolanes ne ſont cependant pas abſolument les mêmes dans tous les lieux: elles varient, tant pour la qualité que par la couleur; il s'en trouve de la rouge & de la

---

le même ſuccès; enfin une troiſième expérience que je fis, fut de mêler des pierres de différentes eſpèces dans ce mortier, d'en faire un cube, & de mettre le tout dans l'eau; elles firent un corps très bon, qui ſécha à merveille, & qu'on ne pouvoit rompre deux ou trois jours après qu'à force de marteau.

J'en ai découvert une veine aſſez conſidérable au mouillage de la Martinique, au-deſſous & un peu à côté de la batterie de Saint-Nicolas: la couleur étoit un peu plus claire & le grain plus fin; pour tout le reſte, c'étoit la même choſe. J'en ai employé une quantité conſidérable, après m'être aſſuré de ſa qualité par les mêmes épreuves que j'avois employées pour connoître celle de la Guadeloupe. *Nouveaux Voyages aux îles de l'Amérique; Paris*, 1722, *tome V*, *pages* 386 *& ſuiv.*

grise en Vivarais, & celle-ci fait un mortier plus dur & plus durable que celui de la premiére.

Toutes les pouzzolanes proviennent également de la premiére décomposition des laves & basaltes, qui, comme nous l'avons dit, se réduisent ultérieurement en terre argileuse, ainsi que toutes les autres matières vitreuses, par la longue impression des élémens humides; mais, avant d'arriver à ce dernier degré de décomposition, les basaltes & les laves, qui toujours contiennent une assez grande quantité de fer pour être très-attirables à l'aimant, se brisent en poudre vitreuse mêlée de particules ferrugineuses, & la pouzzolane n'est autre chose que cette poudre; elle est d'autant meilleure pour faire des cimens que le fer y est en plus grande quantité, & que les parties vitreuses sont plus éloignées de l'état argileux.

Ainsi la pouzzolane n'est qu'une espèce de verre ferrugineux réduit en poudre; il est très-possible de composer une matière de même nature, en broyant & pulvérisant les *crasses* qui s'écoulent du foyer des affineries où l'on traite le fer; j'ai souvent employé ce ciment ferrugineux avec succès, & je le crois équivalent à la meilleure pouzzolane; mais il est vrai qu'il seroit difficile de s'en procurer une quantité suffisante pour faire de grandes constructions. Les Hollandois composent une sorte de pouzzolane qu'ils nomment *tras*, en broyant des laves de volcans sous les pilons d'un bocard: la poudre qui en provient est tamisée au moyen d'un crible qui est mis en mouve-

ment par l'élévation des pilons, & le *tras* tombe dans de grandes caisses pratiquées au-dessous de l'entablement des pilons : ils s'en servent avec succès dans leurs constructions maritimes.



ADDITION à l'article du Feld-spath, Volume I, *page* 73; *& du Feld-spath de Russie*, volume VII, page 58.

M. Pallas confirme, par de très-bonnes observations, ce que j'ai dit au sujet du feld-spath qui se trouve presque toujours incorporé dans les granits, & très rarement isolé : il ajoute que ces feld-spaths isolés se rencontrent dans les filons de certaines mines, & que ce n'est presque qu'en Suède & en Saxe qu'on en a des exemples.

» Le feld-spath qui est la même chose que » le *petunt se*, dont on se sert pour faire la » porcelaine, est, dit ce savant Naturaliste, » ordinairement d'une couleur plus ou moins » grise dans les granits communs ; mais il » s'en trouve quelquefois en Finlande, du » rouge ou rougeâtre dans un granit, qui » dès-lors est égal en beauté au granit rouge » antique. Lorsque le feld-spath se trouve » mêlé, comme c'est le plus ordinaire, dans » nos granites avec le quartz & le mica, on » le voit quelquefois former des masses de » plusieurs pouces cubes ; mais plus souvent » il n'est qu'en grains, & représente fréquem- » ment de vrais granitelles. C'est une espèce » de granitelle, coupée de grosses veines de » quartz demi transparent, qui fournit aux » environs de Catherine-bourg, la pierre

» connue ſous le nom d'*alliance*, dont on ne » connoît preſque pas d'autres exemples.

» Il eſt très-rare dans l'empire de Ruſſie, » de trouver de ces granits ſimples, c'eſt-à- » dire, uniquement composés de quartz & de » feld-ſpath; il eſt encore plus rare de trouver » des roches preſque purement composées de » feld-ſpath en criſtalliſations plus ou moins » confuses : cependant je connois un exemple » d'un tel granit ſur le Selengha, près de la » ville de Selenghinsk, où il y a des mon- » tagnes en partie purement composées de » feld ſpath gris, qui ſe décompoſe en gravier » & en ſable.

» Un ſecond exemple d'une roche de feld- » ſpath preſque pure, eſt cette pierre cha- » toyante analogue à la pierre de Labrador, » qu'on a découverte aux environs de Péters- » bourg : la couleur obſcure, le chatoiement » & la pâte de cette pierre la rendent ſi » ſemblable à celle que les frères Moraves » ont découverte ſur la côte des Eſquimaux, » & débitée ſous le nom de *Labrador*, qu'à » l'aſpect des premiers échantillons que j'en » vis, je fus tenté de les déclarer étrangères » & véritables pierres de Labrador ; mais, » par une comparaiſon plus attentive, l'on » trouve bientôt que le feld-ſpath chatoyant » de Ruſſie eſt,

» 1.° Plus dur, moins facile à entamer par » la lime, & à ſe diviſer en éclats.

» 2.° Qu'il montre conſtamment une criſ- » talliſation plus ou moins confuſe, en petits » lozanges ou parallélipipèdes alongés, qui » n'ont ordinairement que quelques lignes

» d'épaisseur, tandis que la pierre de Labrador
» offre quelquefois des cristaux de plusieurs
» pouces, & par cette raison des plans cha-
» toyans d'une plus grande étendue :

» 3.° Que le feld-spath de Russie se trouve
» en blocs considérables, qui semblent avoir
» été détachés de rochers entiers, tandis
» qu'on n'a trouvé la pierre de Labrador qu'en
» cailloux roulés, depuis la grosseur d'une
» noisette jusqu'à celle d'un petit melon, qui
» semblent avoir appartenu à un filon, &
» offrent souvent des traces de mines de fer.

» Les blocs de feld-spath qui ont été trouvés
» entre Pétersbourg & Péterhoff, ne sont
» certainement pas là dans leur sol natal,
» mais ont été chariés de loin, & déposés par
» quelqu'inondation violente, aussi bien que
» ces autres inombrables blocs de granits &
» d'autres roches, qu'on trouve semés sur
» les plaines de la Finlande, & jusqu'aux
» montagnes de Valday..... Je crois qu'il
» faudra chercher la véritable patrie de cette
» pierre chatoyante parmi les montagnes
» granitiques, qui bordent la mer blanche
» depuis Soroka jusqu'à Umba.

» La couleur obscure & la qualité cha-
» toyante du feld-spath en question, me
» semblent dépendre d'un même principe co-
» lorant, & ce principe est le fer, dont les
» dissolutions par l'acide aérien, si générale-
» ment répandues dans la Nature, produisent
» par différentes modifications, les plus vives
» couleurs dans les félures les moins percep-
» tibles des minéraux & des pierres qu'elles
» pénètrent; le feld-spath étant d'une texture
» lamelleuse

» lamelleuſe doit admettre entre ſes feuillets
» ces ſolutions colorantes, & produire des
» reflets, lorſque par une coupe un peu obli-
» que, les bords, quoique peu tranſparens,
» des lames colorées ſe préſentent à la lumière.
» C'eſt en conſéquence de cela que les cou-
» leurs de la pierre chatoyante brillent ordi-
» nairement par lignes ou raies, qui répon-
» dent aux lames ou feuillets de la pierre; &
» des raies obſcures dans un ſens, deviennent
» brillantes dans une autre expoſition, &
» quelquefois préſentent une couleur diffé-
» rente par les reflets changés. »



Addition à l'article du Charbon de terre.

Nous avons diſtingué deux ſortes de charbons de terre (*a*), l'un que l'on nomme *charbon ſec*, qui produit, en brûlant, une flamme légère, & qui diminue de poids & de volume en ſe convertiſſant en braiſe; & l'autre que l'on appelle *charbon colant*, qui donne une chaleur plus forte, ſe gonfle & s'aglutine en brûlant. Nous croyons devoir ajouter à ce ſujet des obſervations importantes, qui nous ont été communiquées par M. Faujas de Saint-Fond (*b*) : ce ſavant Naturaliſte diſtingue, comme nous, le charbon ſec du charbon colant; mais il a remarqué de plus dans les différentes mines qu'il a examinées en France, en Angleterre & en Ecoſſe, que ces deux ſortes de charbons de terre étoient attachées chacune à un ſol d'une nature particulière, & que les charbons ſecs ne ſe trouvoient que dans les terreins calcaires, tandis qu'au contraire, on ne rencontroit le charbon colant que dans les terreins granitiques & ſchiſteux; & voici, d'après M. Faujas, quelle eſt la

(*a*) Voyez dans le ſecond volume de cette Hiſtoire Naturelle des Minéraux, l'article du *Charbon de terre*, *p.* 139.

(*b*) Lettre de M. Faujas de Saint Fond, à M. le comte de Buffon, datée de Montelimar, 10 Janvier 1786.

qualité de ces deux ſortes de charbons, & de quelle manière chacune d'elles ſe préſente.

Le charbon ſec étant en maſſe continue, peut ſe tirer en gros morceaux; il eſt, comme les autres charbons, diſpoſé par lits alternatifs. Si l'on examine avec attention les lits ſupérieurs, on y reconnoît les caractères du bois; & on y trouve quelquefois des coquilles bien conſervées, & dont la nacre n'a été que peu altérée : lorſqu'on eſt parvenu aux couches inférieures, la qualité du charbon devient meilleure, ſon tiſſu eſt plus ſerré, ſa ſubſtance plus homogène; il offre dans ſa caſſure des ſurfaces liſſes & ſouvent brillantes comme celle du jayet; & s'il n'en a pas le luiſant, ſon grain eſt uni, ſerré & n'eſt jamais lamelleux.

Ce charbon ſec, lorſqu'il eſt de bonne qualité, répand, en brûlant, une flamme vive, légère, bleuâtre à ſon ſommet, aſſez ſemblable à celle du bois ordinaire; & l'on obſerve qu'à meſure que ce charbon s'embraſe, il ſe gerce & ſe fend en pluſieurs ſens; il perd au moins un tiers de ſon volume & de ſon poids en ſe convertiſſant en braiſe, & ſes cendres ſont blanches comme celles du bois.

M. Faujas m'a fait voir des charbons ſecs qui, après avoir été épurés, préſentent évidemment les fibres ligneuſes, & même les couches concentriques du bois qu'il étoit difficile d'y reconnoître, avant que leur organiſation eût été miſe à découvert par l'épurement (*c*).

(*c*) *Idem, ibidem.*

Lorsqu'on fait brûler ce charbon, son odeur est, en général, plus ou moins désagréable & forte, suivant les diverses qualités de ce minéral ; quelquefois elle est très-foible, mais souvent elle est empyreumatique ou fétide & nauséabonde, ou la même que celle du foie de soufre volatil. Au reste, M. Faujas observe que ces charbons secs, quoique moins bitumineux en apparence que les charbons colans, le sont réellement davantage, & qu'ils produisent par leur distillation un cinquième de plus de bitume, & un tiers de plus d'eau alkalisée.

Le charbon *colant*, qu'on appelle aussi *charbon gras*, diffère du charbon *sec*, en ce qu'il se boursoufle en brûlant, tandis que le charbon sec fait retraite : ce charbon colant augmente de volume au moins d'un tiers, il présente des pores ou cavités semblables à ceux d'une lave spongieuse, & que l'on reconnoît très-aisément lorsqu'il est éteint. C'est après avoir été ainsi dépouillé de son eau, de l'alkali volatil & du bitume, qu'il porte le nom de *charbon épuré* en France, & de *coak* en Angleterre ; il se réduit en une cendre grise, & soit qu'on l'emploie dans les fourneaux, en gros morceaux ou en poussière, il s'aglutine & se colle fortement, de manière à ne former qu'une masse qu'on est obligé de soulever & de rompre, afin que l'air ne soit pas intercepté par cette masse embrasée, & que le feu ne perde pas son activité.

Ce charbon colant produit une flamme qui s'élève moins, mais qui est beaucoup plus vive & plus âpre que celle du charbon sec ; il

donne une chaleur plus forte & beaucoup plus durable; il en sort une fumée plus résineuse qu'alkalescente, qui n'a point l'odeur fetide de la plupart des charbons secs, & même lorsqu'elle est très-atténuée elle répand une sorte d'odeur de succin. Ce charbon est composé de petites lames fort minces très-luisantes, & placées sans ordre; & si ces lames sont peu adhérentes, le charbon est très-friable : il est connu alors dans la Flandre, sous le nom de *houille*, & sous celui de *menu poussier*, dans les mines du Forès & du Lyonnois; mais d'autres fois, ces lames plus solides & plus adhérentes entr'elles donnent à ce charbon une continuité ferme, & qui permet de le détacher en gros morceaux. Ce charbon solide est celui qui est le plus recherché : ses lames sont assez souvent disposées en stries longitudinales, & d'un noir très brillant; mais le luisant de ce charbon diffère de celui du charbon sec, en ce que ce dernier, quoique très luisant, a un grain serré & uni, dont le poli naturel est comme onctueux, tandis que les lames du charbon colant ont une apparence virreuse & brillante. M. Faujas a aussi observé qu'il se trouve quelquefois du charbon colant, dans lequel la matière bitumineuse paroît affecter la forme cubique; & il dit que l'on rencontre particulièrement dans les charbons des environs d'Edimbourg & de Glascou, des morceaux qui ne paroissent composés que d'une multitude de petits cubes bitumineux engagés les uns dans les autres, mais qui se détachent facilement.

L'on trouve aussi dans ces charbons colans, tantôt des parcelles ligneuses bien caracteri-

ſées, tantôt des bois pyritiſés, & ſur-tout diverſes empreintes de végétaux ſemblables à des roſeaux & à d'autres plantes dont il ſeroit aſſez difficile de déterminer exactement les eſpèces; toutes ces empreintes ſont en relief d'un côté, & en creux de l'autre; la ſubſtance de la plante a diſparu, ſoit qu'elle ait été détruite par la pourriture ou qu'elle ſe ſoit convertie en charbon. M. Faujas remarque avec raiſon qu'il ſeroit très important de comparer ces ſortes d'empreintes, & de voir s'il n'exiſteroit pas quelque différence entre les empreintes des charbons des terreins calcaires, & celles des charbons des ſols granitiques.

A l'égard de la ſituation des mines de charbon ſec, au milieu des terreins calcaires, les ſeuls où on les trouve, ſuivant M. Faujas, cet habile Minéralogiſte remarque que quand une mine de charbon ſe trouve par exemple dans les parties calcaires des Alpes, au pied de quelque eſcarpement entièrement dépouillé de terre végétale, & où la terre eſt à nu, l'on aperçoit tout d'un coup l'interruption de la roche calcaire dans l'endroit où ſe rencontre le charbon dont les premières couches giſſent ſous une eſpèce de monticule d'argile pure ou marneuſe, ou mêlée de ſable quarzeux; la ſonde en tire de l'argile plus ou moins pure, du charbon, de la pierre calcaire ordinairement feuilletée, quelquefois des bois charbonifiés qui conſervent leurs caractères ligneux, & qui ſont mêlés avec des coquilles: ces premières couches ſont ſuivies d'autres lits d'argile, de pierres calcaires, ou de charbons dont l'épaiſſeur varie. L'inclinaiſon de

ces couches eſt la même que celle de la baſe ſur laquelle elles s'appuient, & il eſt important de remarquer que l'on trouve ſouvent à de grandes profondeurs, la matière même du charbon adhérente à la pierre calcaire, & que, dans les points de contact, les molécules du charbon ſont mêlées & confondues avec celles de la pierre, de manière qu'on doit rapporter à la même époque la formation de ces pierres calcaires & celle du charbon.

Mais au contraire les mines de charbon *colant*, qui ſont ſituées dans les montagnes granitiques ou ſchiſteuſes, ont été dépoſées dans des eſpèces de baſſins où les courans de la mer ont tranſporté les argiles, les ſables, les micas avec les matières végétales; quelquefois les flots ont entraîné des pierres de diverſes eſpèces & en ont formé ces amas de cailloux roulés qu'on trouve au-deſſus ou au-deſſous des charbons colans; d'autres fois les bois & autres végétaux ont été accumulés ſur les ſables ou ſur les argiles où ils ont formé des couches parallèles lorſqu'ils ont été dépoſés ſur un ſol uni & horizontal, & n'ont formé que des pelotons ou des maſſes irrégulières, & des lits tortueux interrompus & inclinés lorſqu'ils ont été dépoſés ſur une baſe inégale ou inclinée; & l'on doit obſerver que jamais le charbon colant ne porte immédiatement ſur le granit. M. Faujas a obſervé qu'il exiſte conſtamment une couche de grès, de ſable quartzeux, ou de pierres vitreuſes roulées & arrondies par le frottement entre les granits & les couches de charbon; & ſi ces mêmes couches renferment des lits intermédiaires

d'argile en maſſe ou d'argile feuilletée, ces argiles ſont également ſéparées du granit par les ſables, les grès, les pierres roulées, ou par d'autres matières provenant de la décompoſition des roches vitreuſes : telles ſont les différences que l'on peut remarquer, ſuivant M. Faujas, entre les charbons ſecs & les charbons colans, tant pour leur nature que pour leur giſſement dans les terreins calcaires & dans les terreins granitiques & ſchiſteux. Ce Naturaliſte préſume avec raiſon, que la nature des charbons ſecs, toujours ſitués dans les terreins calcaires, tient en grande partie à leur formation contemporaine de celle des ſubſtances coquilleuſes : la matière de ces charbons s'eſt mêlée avec la ſubſtance animale des coquillages dont les dépouilles ont formé les bancs de pierres calcaires ; & les bois qui ont été convertis en charbon ſec, placés au milieu de ces amas de matières alkaleſcentes, ſe ſont imprégnés de l'alkali volatil qui s'en eſt dégagé ; ce qui nous explique pourquoi ce charbon rend, par la diſtillation, une quantité d'alkali qui excède du double & du triple, celle qu'on obtient des *charbons colans.*

L'on doit ajouter aux cauſes de ces différences, entre les charbons colans & les charbons ſecs, l'influence de la terre végétale qui ſe trouve en très petite quantité dans le charbon ſec, & entre au contraire pour beaucoup dans la formation du charbon colant ; & comme cette terre limoneuſe eſt mêlée en plus grande quantité de matières vitreuſes que de ſubſtances calcaires, il pourroit ſe faire, ainſi que l'a obſervé M. Faujas, que les charbons colans

colans ne se trouvassent jamais que dans les terreins granitiques & schisteux : & c'est par cette raison que cette terre limoneuse qui se boursoufle & augmente de volume, lorsqu'on l'expose à l'action du feu, donne aux charbons colans la même propriété de se gonfler, de s'aglutiner, & de se coler les uns contre les autres lorsqu'on les expose à l'action du feu.

Plus on multipliera les observations sur les charbons de terre, & plus on reconnoîtra entre leurs couches & sur-tout dans les lits supérieurs, des empreintes de diverses sortes de plantes : « J'ai vu, m'écrit M. de Morveau, » dans toutes les mines de charbon de Rives-» de-Gier, de Saint-Chaumont & de Saint-» Berain, des empreintes de plantes, des » prêles, des caille-laits, des joncs, dont » l'écorce est très-connoissable, & qui ont » jusqu'à un pouce de diamètre, un fruit qui » joue la pomme de pin, des fougères sur-tout » en quantité. J'ai observé dans les contre-» parties de ces fougères, que, d'un côté, » les tiges & les côtes entières étoient en » relief & les feuilles en creux, & de l'autre » côté les côtes & les tiges en creux & les » feuilles en relief; quand les schistes où sont » ces empreintes sont très micacés, comme » dans un morceau que j'ai trouvé à Saint-» Berain, on y distingue parfaitement la subs-» tance même de la plante & des feuilles, » qui y forme une pellicule noire que l'on » peut détacher, quoique très mince. J'ai vu » dans le cabinet de M. le Camus, à Lyon, » dans un de ces schistes de Saint-Chaumont, » un fruit rond de près d'un pouce d'épaisseur,

» dont la coupe préſente trois couches con-
» centriques ; il croit que c'eſt une eſpèce
» de noix vomique (*d*) » Toutes ces empreintes végétales achèvent de démontrer la véritable origine des charbons de terre, qui ne ſont que des dépôts des bois & autres végétaux dont l'huile s'eſt avec le temps convertie en bitume par ſon mélange avec les acides de la terre. Mais lorſque ces végétaux conſervent plus ou moins les caractères extérieurs de leur première nature, lorſqu'ils offrent encore preſque en entier leur contexture & leur configuration, & que les huiles & autres principes inflammables qu'ils renferment, n'ont pas été entièrement changés en bitume, ce ne ſont alors que des bois ou végétaux foſſiles qui n'ont pas encore toutes les qualités des charbons de terre, & qui, par leur état intermédiaire entre ces charbons & le bois ordinaire, ſont une nouvelle preuve de l'origine de ces mêmes charbons qu'on ne peut rapporter qu'aux végétaux. On rencontre particulièrement de ces amas ou couches de bois foſſile à Hoen & Stock-hauſen, dans le pays de Naſſau ; à Satfeld, près de Heiligenbrom (*e*), dans le pays de Dillembourg en Allemagne, dans la Wétéravie, &c. il y en a auſſi en France, & on a découvert une de

(*d*) Extrait d'une lettre de M. de Morveau à M. le comte de Buffon, en date du 20 Novembre 1779.

(*e*) Du charbon de terre & de ſes mines, *par M. Morand, pages* 8 & 9.

ces forêts souterraines, entre Bourg-en-Bresse & Lons-le-Saunier (*f*); mais ce n'est pas seulement dans quelques contrées particulières qu'on rencontre ces bois fossiles; on en trouve dans la plupart des terreins qui renferment des charbons de terre, & en une infinité d'autres endroits. Ces bois fossiles ont beaucoup de rapports avec les charbons de terre, par leur couleur, par leur disposition en couches, par les terres qui en séparent les différens lits, par les sels qu'on en retire, &c. mais ils en diffèrent par des caractères essentiels; le peu de bitume qu'ils contiennent est moins gras que celui des charbons, leur substance végétale & les matières terreuses qu'ils renferment n'ont presque point été altérées par cette petite quantité de bitume, & enfin ces bois fossiles se rencontrent communément plus près de la surface du terrein que les charbons de terre dont la première organisation a été souvent plus détruite, & dont les huiles ont toutes été converties en bitume.

Les bancs de schiste, d'argile ou de grès, qui renferment & recouvrent les mines de charbons de terre, sont souvent recouverts eux-mêmes dans les environs des anciens volcans, par des couches de laves qui ne sont quelquefois séparées des charbons que par une petite épaisseur de terre. M. Faujas a fait cette observation auprès du Puy en Vélai, auprès de Gensac en Vivarais, à Massarse dans

(*f*) Idem, *pages* 7 & 8.

le Nivernois, dans plusieurs endroits de l'Écosse, & particulièrement dans les mines de Glascow, & dans celles qui appartiennent au Lord Dundonal (*g*). Ces laves ne peuvent avoir coulé sur ces couches de charbon qu'après la formation de ces charbons, & leur recouvrement par la terre qui leur servant de toît, les a préservés de l'inflammation qu'auroit produite le contact de la lave en fusion.

Nous avons présenté l'énumération de toutes les couches de charbons de terre de la montagne de Saint-Gilles au pays de Liége (*h*), avec les résultats que nous a fournis la comparaison de ces couches; nous donnons aussi dans la note ci-dessous, l'état des couches de terre & de charbon du puits de Caughley-Lane, situé à une lieue de la Severne en Angleterre (*i*). En comparant également

---

(*g*) Voyez la lettre de M. Faujas citée ci-dessus.

(*h*) Voyez dans le second volume de cette Histoire des Minéraux, article du *Charbon de terre.*

(*i*) *Epaisseur des couches de terre du puits de Caughley-Lane, situé à une lieue de la Severne.*

	Verges.	Pouces.
Sable ordinaire.	1.	18.
Gravier ou sable plus gros. . . .	2.	24.
Argile rouge.	"	27.
Pierre calcaire.	4.	"
Marne bleue & rouge.	3.	18.
Argile dure, bleuâtre qui se durcit à la superficie.	"	18.

les couches de cette mine de Caughley-Lane, nous trouverons, ainſi que nous l'avions déjà conclu de la poſition & de la nature des couches du pays de Liége, que l'épaiſſeur des couches de charbon n'eſt pas relative à la profondeur où elles giſſent, & nous verrons auſſi que l'épaiſſeur plus ou moins grande des ma-

	Verges	Pouces.
Argile d'un bleu-pâle ou gris-de-fer.	1.	9.
Argile griſe.	5.	18.
Charbon ſulfureux de mauvaiſe odeur.	"	18.
Argile d'un gris-brun.	3.	24.
Rocher avec bitume brun mêlé de veines blanches	6.	"
Argile rouge fort dure.	6.	"
Rocher noir & gris.	5.	18.
Argile noire, rouge & bleue mêlée.	7.	"
Rocher gris avec pierres de mine de fer dans les interſtices. . . .	13.	"
Mauvais charbon.	"	18.
Argile blanchâtre unie qui couvre le meilleur charbon.	1.	12.
Le meilleur charbon (Beſt-coal). .	2.	"
Rocher qui fait le mur de la veine de charbon.	"	9.
Charbon dont on fait le coak pour fondre la mine de fer. . . .	"	27.
Argile blanche, couverte par le charbon.	2.	"
Banc de glaiſe brune & noire où ſe trouve la mine fer.	2.	"
Pierre dure ſous mine de fer. . . .	"	18.
Couche d'argile dure qui couvre la mine.	"	27.
Charbon dur, luiſant, mêlé de *ſilex* qui fait feu avec l'acier. . . .	1.	"
TOTAL.	72.	75.

tières étrangères, interposées entre les couches de charbon, n'influe pas sur l'épaisseur de ces couches.

Et à l'égard de la bonne ou mauvaise qualité des charbons, on remarquera dans ces deux grands exemples, que celui qui est situé le plus profondément n'est pas le meilleur de tous, ce qui prouve qu'un séjour plus ou moins long dans le sein de la terre, ne peut influer sur la nature du charbon, qu'autant qu'il donne aux acides plus de temps pour convertir en bitume les huiles des végétaux enfouis; & tous les autres résultats que nous avons tirés de la Nature & de la position des couches de la montagne de Saint-Gilles, se trouvent confirmés par la comparaison des couches de Caugley-Lane.



GÈNÉSIE DES MINÉRAUX.

JE crois devoir donner, en récapitulation, l'ordre ſucceſſif de la *géneſie* ou filiation des matières minérales, afin de retracer en abrégé la marche de la Nature, & d'expliquer les rapports généraux dont j'ai préſenté le tableau & l'arrangement méthodique que j'ai publié dans le volume précédent (*a*), & d'après lequel on pourra dorénavant claſſer tous les produits de la Nature en ce genre, en les rapportant à leur véritable origine.

Le globe terreſtre ayant été liquéfié par le feu, les matières fixes de cette maſſe immenſe ſe ſont toutes fondues & vitrifiées, tandis que les ſubſtances volatiles ſe ſont élevées en vapeurs autour de ce globe, à plus ou moins de hauteur, ſuivant le degré de leur peſanteur & de leur volatilité. Ces premières matières fixes qui ont ſubi la vitrification, nous ſont repréſentées par les verres que j'ai nommés *primitifs*; parce que toutes les autres matières vitreuſes ſont réellement compoſées du mélange ou des détrimens de ces mêmes verres.

Le quartz eſt le premier & le plus ſimple de ces verres de nature; le jaſpe eſt le ſecond, & ne diffère du quartz qu'en ce qu'il eſt forte-

---

(*a*) Voyez le ſeptième volume de cette Hiſtoire des Minéraux, *pages* 194 & *ſuiv.*

ment imprégné de vapeurs métalliques qui l'ont rendu entièrement opaque, tandis que le quartz est à demi-transparent; ils sont tous deux très réfractaires au feu. Le troisième verre primitif est le feld-spath, & le quatrième est le schorl, qui tous deux sont fusibles; enfin, le cinquième est le mica qui tient le milieu entre les deux verres réfractaires & les deux verres fusibles : le mica provient de l'exfoliation des uns & des autres, il participe de leurs différentes qualités. On pourroit donc, en rigueur, réduire les cinq verres primitifs à trois, c'est-à dire, au quartz, au feld-spath & au schorl, puisque le jaspe n'est qu'un quartz imprégné de vapeurs métalliques, & que les micas ne sont que des paillettes & des exfoliations des autres verres; mais nous n'avons pas jugé cette réduction nécessaire, parce qu'elle n'a rapport qu'à la première formation de ces verres dont nous ignorons les différences primitives, c'est-à-dire, les causes qui les ont rendus plus ou moins fusibles ou réfractaires; cette différence nous indique seulement que la substance du quartz & du jaspe est plus simple que celle du feld-spath & du schorl, parce que nous savons par expérience, que les matières les plus simples sont les plus difficiles à vitrifier, & qu'au contraire, celles qui sont composées sont assez aisément fusibles.

Les premiers mélanges de ces verres de nature se sont faits, après la fusion & dans le temps de l'incandescence, par la continuité de l'action du feu; & les matières qui ont résulté de ces mélanges nous sont représentées par les roches vitreuses de deux ou plusieurs

ſubſtances, telles que les porphyres, ophites & granits, à la formation deſquelles l'eau n'a point eu de part.

La chaleur exceſſive du globe vitrifié ayant diminué peu-à-peu par la déperdition qui s'en eſt faite, juſqu'au temps où ſa ſurface s'eſt trouvée aſſez attiédie pour recevoir les eaux & les autres ſubſtances volatiles, ſans les rejeter en vapeurs, alors les matières métalliques, ſublimées par la violence du feu, & toutes les autres ſubſtances volatiles, ainſi que les eaux reléguées dans l'atmoſphère, ſont tombées ſucceſſivement, & ſe ſont établies à jamais ſur la ſurface & dans les fentes ou cavités de ce globe.

Le fer, qui de tous les métaux exige le plus grand degré de chaleur pour ſe fondre, s'eſt établi le premier & s'eſt mêlé à la roche vitreuſe, lorſqu'elle étoit encore en état de demi-fuſion. Le cuivre, l'argent & l'or, auxquels un moindre degré de feu ſuffit pour ſe liquéfier, ſe ſont établis enſuite ſous leur forme métallique dans les fentes du quartz & des autres matières vitreuſes déjà conſolidées; l'étain & le plomb, ainſi que les demi-métaux & autres matières métalliques, ne pouvant ſupporter un feu violent ſans ſe calciner, ont pris par-tout la forme de chaux, & ſe ſont enſuite convertis par l'intermède de l'eau, en minérais pyriteux.

A meſure que le globe s'attiédiſſoit, le cahos ſe débrouilloit, l'atmoſphère s'épuroit, & après la chute entière des matières ſublimées, métalliques ou terreuſes, & des eaux juſqu'alors réduites en vapeurs, l'air eſt demeuré

pur, sous la forme d'un élément distinct, & séparé de la terre & de l'eau par sa légèreté.

L'air a retenu dès ce temps, & retient encore une certaine quantité de feu qui nous est représentée par cette matière à laquelle on donne aujourd'hui le nom d'*air inflammable*, & qui n'est que du feu fixé dans la substance de l'air.

Cet air imprégné de feu, se mêlant avec l'eau, a formé l'acide aérien, dont l'action s'exerçant sur les matières vitreuses, a produit l'acide vitriolique, & ensuite les acides marins & nitreux, après la naissance des coquillages & des autres corps organisés marins ou terrestres.

Les eaux élevées d'abord à plus de quinze cents toises au-dessus du niveau de nos mers actuelles, couvroient le globe entier, à l'exception des plus hautes montagnes. Les premiers végétaux & animaux terrestres ont habité ces hauteurs, tandis que les coquillages, les madrépores, & les végétaux marins se formoient au sein des eaux.

La multiplication des uns & des autres étoit aussi prompte que nombreuse, sur une terre & dans des eaux dont la grande chaleur mettoit en activité tous les principes de la fécondation.

Il s'est produit dans ce temps des myriades de coquillages qui ont absorbé dans leur substance coquilleuse une immense quantité d'eau, & dont les détrimens ont ensuite formé nos montagnes calcaires; tandis qu'en même temps les arbres & autres végétaux qui couvroient les terres élevées, produisoient la terre végé-

tale par leur décompoſition, & étoient enſuite entraînés avec les pyrites & autres matières combuſtibles, par le mouvement des eaux, dans les cavités du globe où elles ſervent d'aliment aux feux ſouterrains.

A meſure que les eaux s'abaiſſoient, tant par l'abſorbtion des ſubſtances coquilleuſes que par l'affaiſſement des cavernes & des bourſouflures des premières couches du globe, les végétaux s'étendoient par de grandes accrues ſur toutes les terres que les eaux laiſſoient à découvert par leur retraite, & leurs débris accumulés combloient les premiers magaſins des matières combuſtibles, ou en formoient de nouveaux dans les profondeurs du globe, qui ne ſeront épuiſés que quand le feu des volcans en aura conſommé toutes les matières ſuſceptibles de combuſtion.

Les eaux, en tombant de l'atmoſphère ſur la ſurface du globe en incandeſcenſe, furent d'abord rejetées en vapeurs, & ne purent s'y établir que lorſqu'il fut attiédi; elles firent dès ces premiers temps de fortes impreſſions ſur les matières vitrifiées qui compoſoient la maſſe entière du globe; elles produiſirent des fentes & fêlures dans le quartz; elles le diviſèrent, ainſi que les autres matières vitreuſes, en fragmens plus ou moins gros, en paillettes & en poudre, qui par leur agrégation formèrent enſuite les grès, les talcs, les ſerpentines & autres matières dans leſquelles on reconnoît encore la ſubſtance des verres primitifs plus ou moins altérée. Enſuite, par une action plus longue, les élémens humides ont converti toutes ces poudres vitreuſes en argiles & en

glaise, qui ne diffèrent des grès & des premiers débris des verres primitifs que par l'atténuation de leurs parties constituantes, devenues plus molles & plus ductiles par l'action constante de l'eau qui a, pour ainsi dire, pourri ces poudres vitreuses, & les a réduites en terre.

Enfin, ces argiles formées par l'intermède & par la longue & constante impression des élémens humides, se sont ensuite peu-à-peu desséchées, & ayant pris plus de solidité par leur desséchement, elles ont perdu leur première forme d'argile avec leur molesse, & elles ont formé les schistes & les ardoises, qui, quoique de même essence, diffèrent néanmoins des argiles par leur dureté, leur sécheresse & leur solidité.

Ce sont-là les premiers & grands produits des détrimens & de la décomposition par l'eau de toutes les matières vitreuses formées par le feu primitif; & ces grands produits ont précédé tous les produits secondaires qui sont de la même essence vitreuse, mais qu'on ne doit regarder que comme des extraits ou stalactites de ces matières primordiales.

L'eau a de même agi, & peut être avec plus d'avantage, sur les substances calcaires qui toutes proviennent du détriment & des dépouilles des animaux à coquilles; elle est d'abord entrée en grande quantité dans la substance coquilleuse, comme on peut le démontrer par la grande quantité d'eau que l'on tire de cette substance coquilleuse & de toute matière calcaire, en leur faisant subir l'action du feu. L'eau, après avoir passé par le filtre

des animaux à coquilles, & contribué à la formation de leur enveloppe pierreuse, en est devenue partie constituante, & s'est incorporée avec cette matière coquilleuse au point d'y résider à jamais. Toute matière coquilleuse ou calcaire est réellement composée de plus d'un quart d'eau, sans y comprendre l'air fixe qui s'est incarcéré dans leur substance en même temps que l'eau.

Les eaux rassemblées dans les vastes bassins qui leur servoient de réceptacle, & couvrant dans les premiers temps toutes les parties du globe, à l'exception des montagnes élevées, ont dès-lors éprouvé le mouvement du flux & du reflux, & tous les autres mouvemens qui les agitoient par les vents & les orages; & dès-lors elles ont transporté, brisé & accumulé les dépouilles & débris des coquillages & de toutes les productions pierreuses des animaux marins, dont les enveloppes sont de la même nature que la substance des coquilles; elles ont déposé tous ces détrimens plus ou moins brisés & réduits en poudre sur les argiles, les glaises & les schistes par lits horizontaux, ou inclinés comme l'étoit le sol sur lequel ils tomboient en forme de sédiment. Ce sont ces mêmes sédimens des coquilles & autres substances de même nature réduites en poudre & en débris, qui ont formé les craies, les pierres calcaires, les marbres, & même les plâtres, lesquels ne diffèrent des autres matières calcaires, qu'en ce qu'ils ont été fortement imprégnés de l'acide vitriolique contenu dans les argiles & les glaises.

Toutes ces grandes masses de matières cal-

caires & argileuses une fois établies & solidifiées par le desséchement, après l'abaissement ou la retraite des eaux, se sont trouvées exposées à l'action de l'air & à toutes les impressions de l'atmosphère & de l'acide aérien qu'il contient; ce premier acide a exercé son action sur toutes les substances vitreuses, calcaires, métalliques & limoneuses.

Les eaux pluviales ont d'abord pénétré la surface des terreins découverts; elles ont coulé par les fentes perpendiculaires ou inclinées, au bas desquelles les lits d'argile les ont reçues & retenues pour les laisser ensuite paroître en forme de sources, de fontaines, qui toutes doivent leur origine & leur entretien aux vapeurs acqueuses transportées par les vents de la surface des mers sur celle des continens terrestres.

Ces eaux pluviales, & même leurs vapeurs humides, agissant sur la surface ou pénétrant la substance des matières vitreuses & calcaires, en ont détaché les particules pierreuses, dont elles se sont chargées & qui ont formé de nouveaux corps pierreux. Ces molécules détachées par l'eau se sont réunies, & leur agrégation a produit des stalactites transparentes & opaques, selon que ces mêmes particules pierreuses étoient réduites à une plus ou moins grande ténuité, & qu'elles ont pu se rassembler de plus près par leur homogénéité.

C'est ainsi que le quartz, pénétré & dissous par l'eau, a produit par exsudation, les cristaux de roche blancs & les cristaux colorés, tels que les améthystes, cristaux topazes, chrysolites & aigues-marines, lorsqu'il s'est

trouvé des matières métalliques, & particulièrement du fer dans le voiſinage ou dans la route de l'eau chargée de ces molécules quartzeuſes.

C'eſt ainſi que le feld-ſpath ſeul, ou le feld-ſpath mêlé de quartz, a produit tous les criſtaux chatoyans, tels que le ſaphir d'eau, la pierre de Labrador ou de Ruſſie, les yeux de-chat, l'œil-de-poiſſon, l'œil-de-loup, l'aventurine & l'opale, qui nous démontrent, par leur chatoiement & par leur fuſibilité, qu'ils tirent leur origine & une partie de leur eſſence du feld-ſpath pur ou mélangé de quartz.

C'eſt par les mêmes opérations de nature que le ſchorl ſeul, ou le ſchorl mêlé de quartz, a produit les émeraudes, les topazes-rubis-ſaphirs du Breſil, la topaze de Saxe, le béril, les péridots, les grenats, les hyacinthes & la tourmaline, qui nous démontrent, par leur peſanteur ſpécifique & par leur fuſibilité, qu'ils ne tirent pas leur origine du quartz ni du feld-ſpath ſeuls, mais du ſchorl ou du ſchorl mêlé de l'un ou de l'autre.

Toutes ces ſtalactites vitreuſes, formées par l'agrégation des particules homogènes de ces trois verres primitifs, ſont tranſparentes; leur ſubſtance eſt entièrement vitreuſe, & néanmoins elle eſt diſpoſée par couches alternatives de différente denſité, qui nous ſont démontrées par la double réfraction que ſouffre la lumière en traverſant ces pierres. Seulement il eſt à remarquer que dans toutes, comme dans le criſtal de roche, il y a un ſens où la lumière ne ſe partage pas, au lieu que dans les ſpaths & criſtaux calcaires, tel que

celui d'Iſlande, la lumière ſe partage dans quelques ſens que ces matières tranſparentes lui ſoient préſentées.

Le quartz, le feld-ſpath & le ſchorl, ſeuls ou mêlés enſemble, ont produit d'autres ſtalactites moins pures & à demi-tranſparentes, toutes les fois que leurs particules ont été moins diſſoutes, moins atténuées par l'eau, & qu'elles n'ont pu ſe criſtalliſer par défaut d'homogénéité ou de ténuité. Ces ſtalactites demi-tranſparentes ſont les agates, cornalines, ſardoines, praſes & onix, qui toutes participent beaucoup plus de l'eſſence du quartz que de celle du feld-ſpath & du ſchorl; il y en a même pluſieurs d'entr'elles qu'on ne doit rapporter qu'à la décompoſition du quartz ſeul; le feld-ſpath n'étant point entré dans celles qui n'ont aucun chatoiement, & le ſchorl ne s'étant mêlé que dans celles dont la peſanteur ſpécifique eſt conſidérablement plus grande que celle du quartz ou du feld-ſpath. D'ailleurs celles de ces pierres qui ſont très-réfractaires au feu ſont purement quartzeuſes; car elles ſeroient fuſibles ſi le feld-ſpath ou le ſchorl étoient entrés dans la compoſition de leur ſubſtance.

Le jaſpe primitif étant opaque par ſa nature, n'a produit que des ſtalactites opaques qui nous ſont repréſentées par tous les jaſpes de ſeconde formation; les uns & les autres n'étant que des quartz ou des extraits du quartz impregnés de vapeurs métalliques, ſont également réfractaires au feu; & d'ailleurs leur peſanteur ſpécifique, qui n'eſt pas fort différente de celle des quartz, démontre qu'ils ne contiennent point

point de ſchorl, & leur poli ſans chatoiement, démontre auſſi qu'il n'eſt point entré de feld-ſpath dans leur compoſition.

Enfin le mica, qui n'a été produit que par les poudres & les exfoliations des quatre autres verres primitifs, a communément une tranſparence ou demi-tranſparence, ſelon qu'il eſt plus ou moins atténué. Ce dernier verre de nature a formé de même que les premiers, par l'intermède de l'eau, des ſtalactites demi-tranſparentes, telles que les talcs, la craie de Briançon, les amianthes, & d'autres ſtalactites ou concrétions opaques, telles que les jades, ſerpentines, pierres ollaires, pierres de lard, & qui toutes nous démontrent par leur poli onctueux au toucher, par leur tranſparence graiſſeuſe, auſſi-bien que par l'endurciſſement qu'elles prennent au feu, & leur réſiſtance à s'y fondre, qu'elles ne tirent leur origine immédiate, ni du quartz, ni du feld-ſpath, ni du ſchorl, & qu'elles ne ſont que des produits ou ſtalactites du mica plus ou moins atténué par l'impreſſion des élémens humides.

Lorſque l'eau, chargée des molécules de ces verres primitifs, s'eſt trouvée en même temps imprégnée ou plutôt mélangée de parties terreuſes ou ferrugineuſes, elle a de même formé, par ſtillation, les cailloux opaques, qui ne diffèrent des autres produits quartzeux que par leur entière opacité; & lorſque ces cailloux ont été ſaiſis & réunis par un ciment pierreux, leur agrégation a formé des pierres auxquelles on a donné le nom de *poudingues*, qui ſont les produits ultérieurs & les moins purs de toutes les matières vitreuſes; car le

ciment qui lie les cailloux dont ils ſont compoſés eſt ſouvent impur & toujours moins dur que la ſubſtance des cailloux.

Les verres primitifs ont formé dès les premiers temps, & par la ſeule action du feu, les porphyres & les granits; ce ſont les premiers détrimens & les exfoliations en petites lames & en grains plus ou moins gros du quartz, du jaſpe, du feld-ſpath, du ſchorl & du mica. L'eau ne paroît avoir eu aucune part à leur formation, & les maſſes immenſes de granit qui ſe trouvent par montagnes dans preſque toutes les régions du globe, nous démontrent que l'agrégation de ces particules vitreuſes s'eſt faite par le feu primitif; elles nageoient à la ſurface du globe liquéfié en forme de ſcories; elles ſe ſont dès-lors réunies par la ſeule force de leur affinité. Le jaſpe n'eſt entré que dans la compoſition des porphyres; les quatre autres verres primitifs ſont entrés dans la compoſition des granits.

Les matières provenant de la décompoſition de ces verres primitifs & de leurs agrégats par l'action & l'intermède de l'eau, tels que les grès, les argiles & les ſchiſtes, ont produit d'autres ſtalactites opaques, mêlées de parties vitreuſes & argileuſes, telles que les cos, les pierres à raſoirs, qui ne diffèrent des cailloux qu'en ce que leurs parties conſtituantes étoient pour la plupart converties en argile lorſqu'elles ſe ſont réunies; mais le fond de leur eſſence eſt le même, & ces pierres tirent également leur origine de la décompoſition des verres primitifs par l'intermède de l'eau.

La matière calcaire n'a été formée que poſ-

térieurement à la matière vitreuſe; l'eau a eu la plus grande part à ſa compoſition, & fait même partie de ſa ſubſtance, qui, lorſqu'elle eſt réduite à l'homogénéité, devient tranſparente; auſſi cette matière calcaire produit des ſtalactites tranſparentes, telles que le criſtal d'Iſlande, & tous les ſpaths & gypſes blancs ou colorés; & quand elle n'a été diviſée par l'eau qu'en particules plus groſſières, elle a formé les grandes maſſes des albâtres, des marbres de ſeconde formation & des plâtres, qui ne ſont que des agrégats opaques, des débris & détrimens des ſubſtances coquilleuſes ou des premières pierres calcaires, dont les particules ou les grains tranſportés par les eaux ſe ſont réunis, & ont formé les plus anciens bancs des marbres & autres pierres calcaires.

Et lorſque ce ſuc calcaire ou gypſeux s'eſt mêlé avec le ſuc vitreux, leur mélange a produit des concrétions qui participent de la nature des deux, telles que les marnes, les grès impurs qui ſe préſentent en grandes maſſes, & auſſi les maſſes plus petites des lapis lazuli, des zéolites, des pierres à fuſil, des pierres meulières, & de toutes les autres dans leſquelles on peut reconnoître la mixtion de la ſubſtance calcaire à la matière vitreuſe.

Ces pierres mélangées de matières vitreuſes & de ſubſtances calcaires ſont en très-grand nombre, & on les diſtingue des pierres purement vitreuſes ou calcaires, en leur faiſant ſubir l'action des acides, ils ne ſont d'abord aucune efferveſcence avec ces matières, &

cependant elles ſe convertiſſent à la longue en une ſorte de gelée.

La terre végétale, limoneuſe & bolaire, dont la ſubſtance eſt principalement compoſée des détrimens des végétaux & des animaux, & qui a retenu une portion du feu contenu dans tous les êtres organiſés, a produit des corps ignés & des ſtalactites phoſphoreſcentes, opaques & tranſparentes; & c'eſt moins par l'intermède de l'eau, que par l'action du feu contenu dans cette terre, qu'ont été produites les pyrites & autres ſtalactites ignées, qui ſe ſont toutes formées ſéparément par la ſeule puiſſance du feu contenu dans le réſidu des corps organiſés. Ce feu s'eſt formé des ſphères particulières, dans leſquelles la terre, l'air & l'eau ne ſont entrés qu'en petite quantité; & ce même feu s'étant fixé avec les acides, a produit les pyrites, & avec les alkalis il a formé les diamans & les pierres précieuſes, qui toutes contiennent plus de feu que de toute autre matière.

Et comme cette terre végétale & limoneuſe eſt toujours mêlée de parties de fer, les pyrites en contiennent une grande quantité; tandis que les ſpaths peſans, quoique formés par cette même terre, & quoique très denſes, n'en contiennent point du tout; ces ſpaths peſans ſont tous phoſphoreſcens, & ils ont pluſieurs autres rapports avec les pyrites & les pierres précieuſes; ils ſont même plus peſans que le rubis qui, de toutes ces pierres, eſt le plus denſe. Ils conſervent auſſi plus long-temps la lumière & pourroient bien être la

matrice de ces brillans produits de la Nature.

Ces ſpaths peſans ſont homogènes dans toute leur ſubſtance; car ceux qui ſont tranſparens, & ceux qu'on réduit à une petite épaiſſeur, ne donnent qu'une ſimple réfraction, comme le diamant & les autres pierres précieuſes, dont la ſubſtance eſt également homogène dans toutes ſes parties.

Les pyrites, formées en aſſez peu de temps, rendent aiſément le feu qu'elles contiennent: l'humidité ſeule ſuffit pour le faire exhaler; mais le diamant & les pierres précieuſes, dont la dureté & la texture nous indiquent que leur formation exige un très-grand temps, conſervent à jamais le feu qu'elles contiennent, ou ne le rendent que par la combuſtion.

Les principes ſalins qu'on peut réduire à trois, ſavoir, l'acide, l'alkali & l'arſenic, produiſent, par leur mélange avec les matières terreuſes ou métalliques, des concrétions opaques ou tranſparentes, & forment toutes les ſubſtances ſalines & toutes les minéraliſations métalliques.

Les métaux & leurs minérais de première formation, en ſubiſſant l'action de l'acide aérien & des ſels de la terre, produiſent les mines ſecondaires, dont la plupart ſe préſentent en concrétions opaques, & quelques-unes en ſtalactites tranſparentes. Le feu agit ſur les métaux comme l'eau ſur les ſels; mais les criſtaux métalliques, produits par le moyen du feu, ſont opaques, au lieu que les criſtaux ſalins ſont diaphanes ou demi-tranſparens.

Enfin toutes les matières vitreuſes, calcaires, gypſeuſes, limoneuſes, animales ou

végétales, ſalines & métalliques, en ſubiſſant la violente action du feu dans les volcans, prennent de nouvelles formes; les unes ſe ſubliment en ſoufre & en ſel ammoniac; les autres s'exhalent en vapeurs & en cendres; les plus fixes forment les baſaltes & les laves, dont les détrimens produiſent les tripolis, les pouzzolanes, & ſe changent en argile, comme toutes les autres matières vitreuſes produites par le feu primitif.

Cette récapitulation préſente, en raccourci, la généſie ou filiation des minéraux, c'eſt-à-dire, la marche de la Nature, dans l'ordre ſucceſſif de ſes productions dans le règne minéral. Il ſera donc facile de s'en repréſenter l'enſemble & les détails, & de les arranger dorénavant d'une manière moins arbitraire & moins confuſe qu'on ne l'a fait juſqu'à préſent.



TRAITÉ DE L'AIMANT ET DE SES USAGES.

ARTICLE PREMIER.

Des forces de la Nature en général, & en particulier de l'Electricité & du Magnétisme.

Il n'y a dans la nature qu'une seule force primitive ; c'est l'attraction réciproque entre toutes les parties de la matière. Cette force est une puissance émanée de la puissance divine, & seule elle a suffi pour produire le mouvement & toutes les autres forces qui animent l'univers. Car, comme son action peut s'exercer en deux sens opposés, en vertu du ressort qui appartient à toute matière, & dont cette même puissance d'attraction est la cause, elle repousse autant qu'elle attire (*a*). On doit

(*a*) Nous croyons nécessaire de rapporter ici ce que nous avons dit à ce sujet dans la seconde vue de la Nature, volume XIII, in-4°. pages 17 & suivantes. » Si on réfléchit à la communication du mouvement par le choc, on sentira bien qu'il ne peut se transmettre d'un

donc admettre deux effets généraux ; c'est-à-dire, l'attraction & l'impulsion qui n'est que

---

corps à un autre, que par le moyen du ressort, & l'on reconnoitra que toutes les hypothèses que l'on a faites sur la transmission du mouvement dans les corps durs, ne sont que des jeux de notre esprit, qui ne pourroient s'exécuter dans la Nature. Un corps parfaitement dur n'est en effet qu'un être de raison, comme un corps parfaitement élastique n'est encore qu'un autre être de raison ; ni l'un ni l'autre n'existent dans la réalité, parce qu'il n'y existe rien d'absolu, rien d'extrême, & que le mot & l'idée de parfait n'est jamais que l'absolu ou l'extrême de la chose ».

» S'il n'y avoit point de ressort dans la matière, il n'y auroit donc nulle force d'impulsion ; lorsqu'on jette une pierre, le mouvement qu'elle conserve ne lui a-t-il pas été communiqué par le ressort du bras qui l'a lancée ? Lorsqu'un corps en mouvement en rencontre un autre en repos, comment peut-on concevoir qu'il lui communique son mouvement, si ce n'est en comprimant le ressort des parties élastiques qu'il renferme, lequel se rétablissant immédiatement après la compression, donne à la masse totale la même force qu'il vient de recevoir. On ne comprend point comment un corps parfaitement dur pourroit admettre cette force, ni recevoir du mouvement ; & d'ailleurs il est très inutile de chercher à le comprendre, puisqu'il n'en existe point de tel ; tous les corps, au contraire, sont doués de ressort ; & si nous réfléchissons sur la mécanique du ressort, nous trouverons que sa force dépend elle-même de celle de l'attraction ; pour le voir clairement, figurons-nous le ressort le plus simple, un angle solide de fer, ou de toute autre matière dure ;

la

la répulsion; la première également répartie & toujours subsistante dans la matière, & la seconde variable, occasionnelle & dépendante de la première. Autant l'attraction main-

---

qu'arrive-t-il lorsque nous le comprimons ? Nous forçons les parties voisines du sommet de l'angle, de fléchir, c'est-à-dire, de s'écarter un peu les unes des autres; &, dans le moment que la compression cesse, elles se rapprochent & se rétablissent comme elles étoient auparavant; leur adhérence, de laquelle résulte la cohésion des corps, est, comme l'on sait, un effet de leur attraction mutuelle. Lorsque l'on presse le ressort, on ne détruit pas cette adhérence, parce que, quoiqu'on écarte les parties, on ne les éloigne pas assez les unes des autres pour les mettre hors de leur sphère d'attraction mutuelle, & par conséquent dès qu'on cesse de presser, cette force qu'on remet, pour ainsi dire, en liberté, s'exerce, les parties séparées se rapprochent, & le ressort se rétablit. Si au contraire, par une pression trop forte, on écarte les parties cohérentes au point de les faire sortir de leur sphère d'attraction, le ressort se rompt, parce que la force de la compression a été plus grande que celle de la cohérence, c'est-à-dire, plus grande que celle de l'attraction mutuelle qui réunit ces parties. Le ressort ne peut donc s'exercer, qu'autant que les parties de la matière ont de la cohérence, c'est-à-dire, autant qu'elles sont unies par la force de leur attraction mutuelle, &, par conséquent, le ressort en général qui peut seul produire l'impulsion, & l'impulsion elle-même, se rapportent à la force d'attraction, & en dépendent comme un effet particulier d'un effet général ». Voyez aussi le premier volume des supplémens à l'Histoire Naturelle, édition *in*-4°. page 2.

tient la cohérence & la dureté des corps; autant l'impulſion tend à les déſunir & à les ſéparer. Ainſi, toutes les fois que les corps ne ſont pas briſés par le choc, & qu'ils ſont ſeulement comprimés, l'attraction, qui fait le lien de la cohérence, rétablit les parties dans leur première ſituation, en agiſſant en ſens contraire, par répulſion, avec autant de force que l'impulſion avoit agi en ſens direct; c'eſt ici, comme en tout, une réaction égale à l'action; on ne peut donc pas rapporter à l'impulſion les effets de l'attraction univerſelle; mais c'eſt au contraire cette attraction générale qui produit, comme première cauſe, tous les phénomènes de l'impulſion.

En effet, doit-on jamais perdre de vue les bornes de la faculté que nous avons de communiquer avec la Nature? Doit-on ſe perſuader que ce qui ne tombe pas ſous nos ſens, puiſſe ſe rapporter à ce que nous voyons ou palpons? L'on ne connoît les forces qui animent l'univers, que par le mouvement & par ſes effets: ce mot même de *forces*, ne ſignifie rien de matériel, & n'indique rien de ce qui peut affecter nos organes, qui cependant ſont nos ſeuls moyens de communication avec la Nature. Ne devons-nous pas renoncer dès-lors à vouloir mettre au nombre des ſubſtances matérielles, ces forces générales de l'attraction & de l'impulſion primitive, en les transformant, pour aider notre imagination, en matières ſubtiles, en fluides élaſtiques, en ſubſtances réellement exiſtantes, & qui, comme la lumière, la chaleur, le ſon & les odeurs, devroient affecter nos organes; car ces

rapports avec nous ſont les ſeuls attributs de la matière que nous puiſſions ſaiſir, les ſeuls que l'on doive regarder comme des agens méchaniques ; & ces agens eux-mêmes, ainſi que leurs effets, ne dépendent-ils pas, plus ou moins, & toujours, de la force primitive, dont l'origine & l'eſſence nous ſeront à jamais inconnues, parce que cette force en effet n'eſt pas une ſubſtance, mais une puiſſance qui anime la matière ?

Tout ce que nous pouvons concevoir de cette puiſſance primitive d'attraction, & de l'impulſion ou répulſion qu'elle produit, c'eſt que la matière n'a jamais exiſté ſans mouvement ; car l'attraction étant eſſentielle à tout atome matériel, cette force a néceſſairement produit du mouvement, toutes les fois que les parties de la matière ſe ſont trouvées ſéparées ou éloignées les unes des autres ; elles ont dès-lors été forcées de ſe mouvoir & de parcourir l'eſpace intermédiaire, pour s'approcher & ſe réunir. Le mouvement eſt donc auſſi ancien que la matière, & l'impulſion ou répulſion eſt contemporaine de l'attraction ; mais, agiſſant en ſens contraire, elle tend à éloigner tout ce que l'attraction a rapproché.

Le choc, & toute violente attrition entre les corps, produit du feu en diviſant & repouſſant les parties de la matière (*b*) ; & c'eſt de l'impulſion primitive que cet élément a tiré ſon origine ; élément lequel ſeul eſt actif &

(*b*) Supplément, tome premier, page 8 & ſuiv.

ſert de baſe & de miniſtre à toute force impulſive, générale & particulière, dont les effets ſont toujours oppoſés & contraires à ceux de l'attraction univerſelle. Le feu ſe manifeſte dans toutes les parties de l'univers, ſoit par la lumière, ſoit par la chaleur; il brille dans le Soleil & dans les Aſtres fixes; il tient encore en incandeſcence les groſſes planètes; il échauffe plus ou moins les autres planètes & les comètes; il a auſſi pénétré, fondu, enflammé la matière de notre globe, lequel ayant ſubi l'action de ce feu primitif, eſt encore chaud; & quoique cette chaleur s'évapore & ſe diſſipe ſans ceſſe, elle eſt néanmoins très-active & ſubſiſte en grande quantité, puiſque la température de l'intérieur de la terre, à une médiocre profondeur, eſt de plus de dix degrés.

C'eſt de ce feu intérieur ou de cette chaleur propre du globe que provient le feu particulier de l'électricité. Nous avons déjà dit, dans notre introduction à l'Hiſtoire des Minéraux, & tout nous le perſuade, que l'électricité tire ſon origine de cette chaleur intérieure du globe; les émanations continuelles de cette chaleur intérieure, s'élèvent perpendiculairement à chaque point de la ſurface de la terre; elles ſont bien plus abondantes à l'équateur que dans toutes les autres parties du globe. Aſſez nombreuſes dans les zones tempérées, elles deviennent nulles ou preſque nulles aux régions polaires, qui ſont couvertes par la glace ou reſſerrées par la gelée. Le fluide électrique, ainſi que les émanations qui le produiſent, ne peuvent donc jamais être en équi-

libre autour du globe ; ces émanations doivent néceſſairement partir de l'équateur où elles abondent, & ſe porter vers les poles où elles manquent.

Ces courans électriques, qui partent de l'équateur & des régions adjacentes, ſe compriment & ſe reſſerrent, en ſe dirigeant à chaque pole terreſtre, à-peu-près comme les méridiens ſe rapprochent les uns des autres ; dès-lors la chaleur obſcure, qui émane de la terre, & forme ces courans électriques, peut devenir lumineuſe en ſe condenſant dans un moindre eſpace, de la même manière que la chaleur obſcure de nos fourneaux devient lumineuſe, lorſqu'on la condenſe en la tenant enfermée (*c*). Et c'eſt-là la vraie cauſe de ces feux qu'on regardoit autrefois comme des incendies céleſtes, & qui ne ſont néanmoins que des effets électriques auxquels on a donné le nom d'aurores polaires. Elles ſont plus fréquentes dans les ſaiſons de l'automne & de l'hiver, parce que c'eſt le tems où les émanations de la chaleur de la terre ſont le plus complètement ſupprimées dans les zones froides, tandis qu'elles ſont toujours preſque également abondantes dans la zone torride ; elles doivent donc ſe porter alors avec plus de rapidité de l'équateur aux poles, & devenir lumineuſes par leur accumulation & leur reſſerrement dans un plus petit eſpace (*d*).

(*c*) Supplément, volume 2, expériences ſur les effets de la chaleur obſcure.

(*d*) M. le Comte de la Cepède a publié, dans le

Mais ce n'est pas seulement dans l'atmosphère & à la surface du globe que ce fluide électrique produit de grands effets; il agit également, & même avec beaucoup plus de force, à l'intérieur du globe, & sur-tout dans les cavités qui se trouvent en grand nombre au-dessous des couches extérieures de la terre; il fait jaillir, dans tous ces espaces vides, des foudres plus ou moins puissantes; &, en recherchant les diverses manières dont peuvent se former ces foudres souterraines, nous trouverons que les quartz, les jaspes, les feld-spaths, les schorls, les granits & autres matières vitreuses, sont électrisables par frottement, comme nos verres factices, dont on se sert pour produire la force électrique, & pour isoler les corps auxquels on veut la communiquer.

Ces substances vitreuses doivent donc isoler les amas d'eau qui peuvent se trouver dans ces cavités, ainsi que les débris des corps

---

Journal de physique de 1778, un Mémoire dans lequel il suit les mêmes vues, relatives à l'électricité, que nous avons données dans notre introduction à l'Histoire des Minéraux, & rapporte l'origine des aurores boréales à l'accumulation du feu électrique qui part de l'équateur, & va se ramasser au-dessus des contrées polaires. En 1779, on a lu, dans une des séances publiques de l'Académie des Sciences, un Mémoire de M. Franklin, dans lequel ce savant Physicien attribue aussi la formation des auroles boréales au fluide électrique qui se porte & se condense au-dessus des glaces des deux poles.

organiſés, les terres humides, les matières calcaires, & les divers filons métalliques. Ces amas d'eaux, ces matières métalliques, calcaires, végétales & humides, ſont, au contraire, les plus puiſſans conducteurs du fluide électrique. Lors donc qu'elles ſont iſolées par les matières vitreuſes, elles peuvent être chargées d'un excès plus ou moins conſidérable de ce fluide, de même qu'en ſont chargées les nuées environnées d'un air ſec qui les iſole.

Des courans d'eau, produits par des pluies, plus où moins abondantes, ou d'autres cauſes locales & accidentelles, peuvent faire communiquer des matières conductrices, iſolées & chargées de fluide électrique, avec d'autres ſubſtances de même nature, également iſolées, mais dans leſquelles ce fluide n'aura pas été accumulé; alors ce fluide de feu doit s'élancer du premier amas d'eau vers le ſecond, & dès-lors il produit la foudre ſouterraine dans l'eſpace qu'il parcourt. Les matières combuſtibles s'allument; les exploſions ſe multiplient; elles ſoulèvent & ébranlent des portions de terre d'une grande étendue, & des blocs de rochers en très-grande maſſe & en bancs continus; les vents ſouterrains, produits par ces grandes agitations, ſoufflent & s'élancent dès-lors, avec violence, contre des ſubſtances conductrices de l'électricité, iſolées par des matières vitreuſes; ils peuvent donc auſſi électriſer ces ſubſtances de la même manière que nous électriſons, par le moyen de l'air fortement agité, des conducteurs iſolés, humides ou métalliques.

La foudre allumée par ces diverses causes, & mettant le feu aux matières combustibles, renfermées dans le sein de la terre, peut produire des volcans & d'autres incendies durables. Les matières enflammées dans leurs foyers, doivent, en échauffant les schistes & les autres matières vitreuses, de seconde formation, qui les contiennent & les isolent, augmenter l'affinité de ces dernières substances avec le feu électrique; elles doivent alors leur communiquer une partie de celui qu'elles possèdent, &, par conséquent, devenir électrisées en moins. Et c'est par cette raison que lorsque ces matières fondues, & rejetées par les volcans, coulent à la surface de la terre, ou qu'elles s'élèvent en colonnes ardentes au-dessus des cratères, elles attirent le fluide électrique des divers corps qu'elles rencontrent, & même des nuages suspendus au-dessus; car l'on voit alors jaillir, de tous côtés, des foudres aériennes, qui s'élancent vers les matières enflammées, vomies par les volcans: & comme les eaux de la mer parviennent aussi dans les foyers des volcans, & que la flamme est comme l'eau conductrice de l'électricité (*e*), elles communiquent une grande

(*e*) Il y a environ vingt ans que le nommé Aubert, faïancier à la Tour-d'Aigues, étant occupé à cuire une fournée de faïance, vit, avec le plus grand étonnement, le feu s'éteindre dans l'instant même, & passer d'un feu de cerise à l'obscurité totale. Le four étoit allumé depuis plus de vingt heures, & la vitrification de l'émail des

quantité de fluide électrique aux matières enflammées & électrisées en moins; ce qui pro-

---

pièces étoit déjà avancée; il fit tous ses efforts pour rallumer le feu, & achever sa cuite, mais inutilement. Il fut obligé de l'abandonner ».

» Je fus tout de suite averti de cet accident; je me transportai à sa fabrique, où je vis ce four, effectivement obscur, conservant encore toute sa chaleur ».

» Il y avoit eu ce jour-là, vers les trois heures après midi, un orage, duquel partit le coup de tonnerre, qui avoit produit l'effet dont je viens de parler. L'on avoit vu du dehors la foudre; le faïancier avoit entendu un coup qui n'avoit rien d'extraordinaire, sans appercevoir l'éclair ni la moindre clarté; rien n'étoit dérangé dans la chambre du four, ni au toît. Le coup de tonnerre étoit entré par la *gueule de loup*, faite pour laisser échapper la fumée, & placée perpendiculairement sur le four, avec une ouverture de plus de dix pieds quarrés ».

» Curieux de voir ce qui s'étoit passé dans l'intérieur du four, j'assistai à son ouverture deux jours après; il n'y avoit rien de cassé, ni même de dérangé; mais l'émail appliqué sur toutes les pièces, étoit entièrement enfumé, & tacheté par-tout de points blancs & jaunes, sans doute dûs aux parties métalliques, qui n'avoient point eu le temps d'entrer en fusion ».

» Il est à croire que la foudre avoit passé à portée du feu qui l'avoit attirée & absorbée, sans qu'elle eût eu le temps ni le pouvoir d'éclater ».

» Mais, pour connoître la force de cet effet, il est nécessaire d'être instruit de la forme des fours en usage dans nos provinces, lesquels font une masse de feu bien plus considérable que ceux des autres pays, parce qu'étant

duit de nouvelles foudres, & cause d'autres secousses & des explosions qui bouleversent & entr'ouvrent la surface de la terre.

---

obligé d'y cuire avec les fagots ou branches de pins ou de chênes verts, qui donnent un feu extrêmement ardent, on est forcé d'écarter le foyer du dépôt de la marchandise ».

» La flamme parcourt dans ces fours plus de six toises de longueur. Ils sont partagés en trois pièces; le corps du four, relevé sur le terrein, y est construit entre deux voûtes, le dessous est à moitié enterré, pour mieux conserver la chaleur, & il est précédé d'une voûte qui s'étend jusqu'à la porte par laquelle l'on jette les fagots, au nombre de trois ou quatre à la fois. On a l'attention de laisser brûler ces fagots sans en fournir de nouveaux, jusqu'à ce que la flamme, après avoir circulé dans tout le corps & s'être élevée, plus d'un pied, au sommet du four, soit absolument tombée ».

» Le four, dans lequel tomba le tonnerre, est de huit pieds de largeur en quarré, sur environ dix pieds de hauteur: le dessous du four a les mêmes dimensions, mais il est élevé seulement de six pieds. On l'emploie à cuire des biscuits & le massicot, pour le blanc de la fournée suivante; quant à la gorge du four, elle est aussi de six pieds de haut, mais de largeur inégale, puisque le four n'a pas quatre pieds de largeur à son ouverture. Il est donc aisé de conclure, que la force, qui put, en un seul instant, anéantir une pareille masse ignée, dut être d'une puissance étonnante ». *Extrait d'une lettre de M. la Tour d'Aigues, Président à Mortier au Parlement de Provence, écrite à M. d'Aubenton, Garde du Cabinet du Roi, de l'Académie des Sciences*, &c.

De plus, les ſubſtances vitreuſes qui forment les parois des cavités des volcans, & qui ont reçu une quantité de fluide électrique, proportionnée à la chaleur qui les a pénétrées, s'en trouvent ſurchargées à meſure qu'elles ſe refroidiſſent: elles lancent de nouvelles foudres contre les matières enflammées, & produiſent de nouvelles ſecouſſes qui ſe propagent à des diſtances plus ou moins grandes, ſuivant la diſpoſition des matières conductrices. Et comme le fluide électrique peut parcourir en un inſtant l'eſpace le plus vaſte, en ébranlant tout ce qui ſe trouve ſur ſon paſſage, c'eſt à cette cauſe que l'on doit rapporter les commotions & les tremblemens de terre qui ſe font ſentir, preſque dans le même inſtant, à de très-grandes diſtances; car ſi l'on veut juger de la force prodigieuſe des foudres qui produiſent les tremblemens de terre les plus étendus, que l'on compare l'eſpace immenſe & d'un très-grand nombre de lieues, que les ſubſtances conductrices occupent quelquefois dans le ſein de la terre, avec les petites dimenſions des nuages qui lancent la foudre des airs, dont la force ſuffit cependant pour renverſer les édifices les plus ſolides.

On a vu le tonnerre renverſer des blocs de rochers de plus de vingt-cinq toiſes cubes: les conducteurs ſouterrains peuvent être au moins cinquante mille fois plus volumineux que les nuages orageux; ſi leur force étoit en proportion, la foudre qu'ils produiſent pourroit donc renverſer plus de douze cens mille toiſes cubes; & comme la chaleur intérieure de la terre eſt beaucoup plus grande que celle de

l'atmosphère à la hauteur des nuages, la foudre de ces conducteurs électriques doit être augmentée dans cette proportion, & dès-lors on peut dire que cette force est assez puissante pour bouleverser & même projeter plusieurs millions de toises cubes.

Maintenant si nous considérons le grand nombre de volcans actuellement agissans, & le nombre infiniment plus grand des anciens volcans éteints, nous reconnoîtrons qu'ils forment de larges bandes dans plusieurs directions qui s'étendent autour du globe, & occupent des espaces d'une très-longue étendue dans lesquels la terre a été bouleversée, & s'est souvent affaissée au-dessous, ou élevée, au-dessus de son niveau. C'est sur-tout dans les régions de la zone torride que se sont faits les plus grands changemens. On peut suivre la ruine des continens terrestres, & leur abaissement sous les eaux, en parcourant les Isles de la mer du Sud. On peut voir, au contraire, l'élévation des terres, par l'inspection des montagnes de l'Amérique méridionale, dont quelques-unes sont encore des volcans agissans : on retrouve les mêmes volcans dans les Isles de la mer Atlantique, dans celles de l'Océan Indien & jusques dans les régions polaires, comme en Islande, en Europe & à la terre de Feu à l'extrémité de l'Amérique. La zone tempérée offre de même dans les deux hémisphères, une infinité d'indices de volcans éteints; & l'on ne peut douter que ces énormes explosions auxquelles l'électricité souterraine a la plus grande part, n'aient très-anciennement bouleversé les terres à la surface

du globe, à une aſſez grande profondeur, dans une étendue de pluſieurs centaines de lieues en différens ſens.

M. Faujas de Saint-Fonds, l'un de nos plus ſavans Naturaliſtes, a entrepris de donner la carte de tous les terrains volcaniſés qui ſe voient à la ſurface du globe, & dont on peut ſuivre le cours ſous les eaux de la mer, par l'inſpection des Iſles, des écueils & autres fonds volcaniſés. Cet infatigable & bon obſervateur, a parcouru tous les terrains qui offrent en Europe des indices du feu volcanique, & il a extrait des voyageurs les renſeignemens, ſur cet objet, dans toutes les parties du monde; il a bien voulu me fournir des notes, en grand nombre, ſur tous les volcans de l'Europe, qu'il a lui-même obſervés; j'ai cru devoir en préſenter ici l'extrait, qui ne pourra que confirmer tout ce que nous avons dit ſur les cauſes & les effets de ces feux ſouterrains.

En prenant le volcan brûlant du Mont-Hecla, en Iſlande, pour point de départ, on peut ſuivre, ſans interruption, une aſſez large zone entièrement volcaniſée, où l'obſervateur ne perd jamais de vue, un ſeul inſtant, les laves de toute eſpèce. Après avoir parcouru cette Iſle, qui n'eſt qu'un amas de volcans éteints, adoſſés contre la montagne principale, dont les flancs ſont encore embraſés, ſuppoſons qu'il s'embarque à la pointe de l'Iſle qui porte le nom de *Long-Nés.* Il trouvera ſur ſa route *Veſterhorn*, *Portland* & pluſieurs autres Iſles volcaniques; il viſitera celles de *Stromo*, remarquables par ſes grandes chauſſées de baſalte, & enſuite les Iſles de Féroé, où les

laves & les basaltes se trouvent mêlés de zéolites. Depuis Féroé, il se portera sur les Isles de *Schetland*, qui sont toutes volcanisées, & de-là aux Isles Orcades, lesquelles paroissent s'être élevées en entier d'une mer de feu. Les Orcades sont comme adhérentes aux Isles Hébrides. C'est dans cet archipel que se trouvent celles de S. Kilda, Sckie, Jona, Lyri, Ilikenkil, la vaste & singulière caverne basaltique de Staffa, connue sous le nom de grotte de Fingal, l'Isle de Mult qui n'est qu'un composé de basalte, pêtri, pour ainsi dire, avec de la zéolite.

De l'Isle de Mult, on peut aller en Écosse par celle de Kereyru, également volcanisée, & arriver à Don Staffugé ou à Dunkel, sur les laves & les basaltes que l'on peut suivre sans interruption par le Duché d'Inverery, par celui de Perth, par Glascou, jusqu'à Edimbourg. Ici les volcans semblent avoir trouvé des bornes qui les ont empêchés d'entrer dans l'Angleterre proprement dite, mais ils se sont repliés sur eux-mêmes; on les suit sans interruption & sur une assez large zone qui s'étend depuis Dumbar, Cuperg, Stirling, jusqu'au bord de la mer, vers Port-Patrick. L'Irlande est en face, & l'on trouve à une petite distance, les écueils du canal Saint-Georges, qui sont aussi volcanisés; l'on touche bientôt à cette immense colonnade, connue sous le nom de Chaussée des géans, & formant une ceinture de basalte prismatique, qui rend l'abord de l'Irlande presque inaccessible de ce côté.

En France, on peut reconnoître des volcans

éteints en Bretagne, entre Royan & Tréguier, & les ſuivre dans une partie du Limouſin, & en Auvergne, où ſe ſont faits de très-grands mouvemens, & de fortes éruptions de volcans actuellement éteints; car les montagnes, les pics, les collines de baſalte & de lave y ſont ſi rapprochés, ſi accumulés, qu'ils offrent un ſyſtême bizarre & diſparate, très-différent de la diſpoſition & de l'arrangement de toutes les autres montagnes. Le Mont d'Or & le Puits de Dôme peuvent être regardés comme autant de volcans principaux qui dominoient ſur tous les autres.

Les villes de Clermont, de Riom, d'Iſſoire, ne ſont bâties qu'avec des laves, & ne repoſent que ſur des laves. Le cours de ces terrains volcaniſés, s'étend juſqu'au-dela de l'Allier, & on en voit des indices dans une partie du Bourbonnois, & juſques dans la Bourgogne, auprès du Mont cenis, où l'on a reconnu le Pic conique de Drevin, formé par un faiſceau de baſalte, qui s'élève en pointe à trois cens pieds de hauteur, & forme une grande borne, qu'on peut regarder comme la limite du terrain volcaniſé. Ces mêmes volcans d'Auvergne s'étendent, d'un côté, par Saint-Flour & Aurillac, juſqu'en Rouergue, & de l'autte, dans le Vélay; & en remontrant la Loire juſqu'à ſa ſource, parmi les laves, nous arriverons au Mont-Mezin, qui eſt un grand volcan éteint, dont la baſe a plus de douze lieues de circonférence, & dont la hauteur s'élève au-deſſus de neuf cens toiſes. Le Vivarais eſt attenant au Vélay, & l'on y voit un très-grand nombre de cratères de volcans éteints,

& des chaussées de basaltes, que l'on peut suivre dans leur largeur jusqu'à Rochemaure, au bord du Rhône, en face de Montélimar: mais leur développement, en longueur, s'étend par Cassan, Saint-Tibéri, jusqu'a Agde, où la montagne volcanique de Saint-Loup, offre des escarpemens de lave d'une grande épaisseur & d'une hauteur très-considérable.

Il paroît qu'auprès d'Agde, les laves s'enfoncent sous la mer; mais on ne tarde pas à les voir reparoître entre Marseille & Toulon, où l'on connoît le volcan d'Ollioule, & celui des environs de Tourves. De grands dépôts calcaires ont recouvert postérieurement plusieurs de ces volcans; mais on en voit dont les sommités paroissent sortir du milieu de ces antiques dépouilles de la mer; ceux des environs de Fréjus & d'Antibes, sont de ce nombre.

Ici les Alpes maritimes ont servi de barrière aux feux souterrains de la Provence, & les ont, pour ainsi dire, empêchés de se joindre à ceux de l'Italie, par la voie la plus courte; car, derrière ces mêmes Alpes, il se trouve des volcans, qui, en ligne droite, ne sont éloignés que de trente lieues de ceux de Provence.

La zone incendiée a donc pris une autre route; on peut même dire qu'elle a une double direction en partant d'Antibes. La première arrive, par une communication sous-marine, en Sardaigne; elle coupe le Cap Carbonaira, traverse les montagnes de cette Isle, se replonge sous les eaux pour reparoître à Carthagène, & se joindre à la chaîne volcanisée du Portugal, jusqu'à Lisbonne, pour traverser ensuite

ensuite une partie de l'Espagne, où M. Boules a reconnu plusieurs volcans éteints. Telle est la première ligne de jonction des volcans de France.

La seconde se dirige également par la mer, & va joindre l'Italie, entre Gênes & Florence. On entre ici dans un des plus vastes domaines du feu; l'incendie a été presque universel dans toute l'Italie & la Sicile, où il existe encore deux volcans brûlans, le Vésuve & l'Etna, des terrains embrasés, tels que la Solfatera, des Isles incendiées, dont une, celle de Stromboli, vomit sans relâche, & dans tous les tems, des laves, des pierres-ponces, & jette des flammes qui éclairent la mer au loin.

Le Vésuve nous offre un foyer en activité, couronné & recouvert, de toutes parts, des produits les plus remarquables du feu, & jusqu'à des Villes ensevelies à dix-huit cens pieds de profondeur, sous les matières projetées par le volcan: d'un côté, la mer nous montre les Isles volcanisées d'*Ischia*, de *Procida*, de *Caprée*, &c. & de l'autre le continent nous offre la pointe de *Missène*, *Baye*, *Pouzzoles*, le *Pausilipo*, *Portici*, la *côte de Sorento*, le *cap de Minerve*.

Le *lac Agnano*, *Castrani*, le *Monte-Novo*, le *Monte-Barbaro*, la *Solfatera*, sont autant de cratères qui ont vomi, pendant plusieurs siècles, des monceaux immenses de matières volcaniques.

Mais, une chose digne de remarque, c'est que les volcans des environs de Naples & de

la terre de Labour, comme les autres volcans dont nous venons de parler, semblent toujours éviter les montagnes primitives, quartzeuses & granitiques, & c'est par cette raison qu'ils n'ont point pris leur direction par la Calabre, pour aller gagner la Sicile. Les grands courans de laves se sont frayés une route sous les eaux de la mer, & arrivent, du golfe de Naples, le long de la côté de Sorente, paroissant à découvert sur le rivage, & formant des écueils de matières volcaniques, qu'on voit de distance en distance, depuis le promontoire de Minerve jusqu'aux îles de Lipari. Les îles de *Baziluzzo*, les *Cabianca*, les *Canera*, *Panaria*, &c. sont sur cette ligne. Viennent ensuite l'île des *Salines*, celles de *Lipari*, *Volcanello* & *Volcano*, autre volcan brûlant, où les feux souterrains fabriquent, en grand, de grosses masses de véritables pierres ponces. En Sicile, les Monts-Neptuniens, comme les Alpes en Provence, ont forcé les feux souterrains à suivre leurs contours, & à prendre leur direction par le *val Demona.* Dans cette Isle, l'Etna élève fièrement sa tête au-dessus de tous les volcans de l'Europe; les éjections qu'a produit ce foyer immense, coupent le *val de Noto*, & arrivent à l'extrémité de la Sicile, par le *cap Passaro.*

Les matières volcaniques disparoissent encore ici sous les eaux de la mer, mais les écueils de basalte, qu'on voit de distance en distance, sont des signaux évidens qui tracent la route de l'embrasement; on peut arriver, sans s'en écarter, jusqu'à l'Archipel, où l'on trouve *Santerini*, & les autres volcans qu'un

Obſervateur célèbre a fait connoître dans ſon Voyage pittoreſque de la Grèce (*f*).

De l'Archipel, on peut ſuivre par la Dalmatie les volcans éteints, décrits par M. Fortis, juſqu'en Hongrie, où l'on trouve ceux qu'a fait connoître M. de Born dans ſes Lettres ſur la Minéralogie de ce royaume. De la Hongrie, la chaîne volcaniſée ſe prolonge toujours, ſans interruption, par l'Allemagne, & va joindre les volcans éteints d'Hannovre, décrits par Raſpe; ceux-ci ſe dirigent ſur Caſſel, ville bâtie ſur un vaſte plateau de baſalte; les feux ſouterrains qui ont élevé toutes les collines volcaniques des environs de Caſſel, ont porté leur direction par le grand cordon des hautes montagnes volcaniſées de l'*Habichoual*, qui vont joindre le Rhin par Andernach, où les Hollandois font leur approviſionnement de *tras* (*g*) pour le convertir en pouzzolane; les bords du Rhin, depuis Andernach juſqu'au vieux Briſach, forment la continuité de la zone volcaniſée, qui traverſe le Briſgau & ſe rapproche par-là de la France, du côté de Straſbourg.

D'après ce grand tableau des ravages du feu dans la partie du monde qui nous eſt la mieux connue, pourroit-on ſe perſuader, ou même

(*f*) M. le Comte de Choiſeuil-Gouffier.

(*g*) Le *tras* eſt un vrai baſalte compacte ou poreux, facile à broyer, & dont les Hollandois font de la pouzzolane.

imaginer qu'il ait pu exister d'assez grands amas de matières combustibles, pour avoir alimenté pendant des siècles de siècles, des volcans multipliés en aussi grand nombre? Cela seul suffiroit pour nous indiquer que la plupart des volcans actuellement éteints, n'ont été produits que par les foudres de l'électricité souterraine Nous venons de voir, en effet, que les Pyrénées, les Alpes, l'Apennin, les Monts-Neptuniens en Sicile, le Mont-Granby en Angleterre, & les autres montagnes primitives, quartzeuses & granitiques, ont arrêté le cours des feux souterrains, comme étant par leur nature vitreuse, imperméables au fluide électrique, dont ils ne peuvent propager l'action, ni communiquer les foudres; & qu'au contraire tous les volcans produits par les feux ou les tonnerres souterrains, ne se trouvent qu'aux environs de ces montagnes primitives, & n'ont exercé leur action que sur les schistes, les argiles, les substances calcaires & métalliques, & les autres matières de seconde formation & conductrices de l'électricité. Et comme l'eau est un des plus puissans conducteurs du fluide électrique, ces volcans ont agi avec d'autant plus de force, qu'ils se sont trouvés plus près de la mer, dont les eaux, en pénétrant dans leurs cavités, ont prodigieusement augmenté la masse des substances conductrices, & l'action de l'électricité. Mais, jetons encore un coup-d'œil sur les autres différences remarquables qu'on peut observer dans la continuité des terrains volcanisés.

L'une des premières choses qui s'offrent à

nos conſidérations, c'eſt cette immenſe continuité de baſaltes & de laves, leſquels s'étendent, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des terrains volcaniſés. Ces baſaltes & ces laves contenant une très-grande quantité de matières ferrugineuſes, doivent être regardés comme autant de conducteurs de l'électricité; ce ſont, pour ainſi dire, des barres métalliques, c'eſt-à-dire, des conducteurs à pluſieurs centaines de lieues du fluide électrique, & qui peuvent le tranſmettre en un inſtant, de l'une à l'autre de leurs extrémités, tant à l'intérieur de la terre, qu'à ſa ſurface. L'on doit donc rapporter à cette cauſe les commotions & tremblemens de terre qui ſe font ſentir, preſque en même-tems, à des diſtances très-éloignees.

Une ſeconde conſidération très-importante, c'eſt que tous les volcans, & ſur-tout ceux qui ſont encore actuellement agiſſans, portent ſur des cavités dont la capacité eſt au moins égale au volume de leurs projections; le Monte-Nuovo, voiſin du Véſuve, s'eſt élevé preſque ſubitement, c'eſt-à-dire, en deux ou trois jours, dans l'année 1538, à la hauteur de plus de mille pieds, ſur une circonférence de plus d'une lieue à la baſe; & cette énorme maſſe ſortie des entrailles de la terre, dans un terrain qui n'étoit qu'une plaine, a néceſſairement laiſſé des cavités au moins égales à ſon volume; de même, il y a toute raiſon de croire que l'Etna, dont la hauteur eſt de plus de dix-huit cents toiſes, & la circonférence à la baſe de près de cinquante lieues, ne s'eſt élevé que par la force des foudres ſouterraines, & que, par conſéquent, cette très-énorme

masse de matière projetée porte sur plusieurs cavités, dont le vide est au moins égal au volume soulevé. On peut encore citer les îles de Santorin, qui, depuis l'année 237 avant notre Ere, se sont abîmées dans la mer, & élevées au dessus de la terre à plusieurs reprises, & dont les dernières catastrophes sont arrivées en 1707. « Tout l'espace, dit M. le » Comte de Choiseul-Gouffier, actuellement » rempli par la mer, & contenu entre Santorin » & Thérésia, aujourd'hui Aspronyzi, faisoit » partie de la grande île, ainsi que Thérésia » elle-même. Un immense volcan s'est allumé, » & a dévoré toutes les parties intermédiaires. » Je retrouve dans toute la côte de ce golfe, » composée de rochers escarpés & calcinés, » les bords de ce même foyer, &, si j'ose » le dire, les parois internes du creuset, où » cette destruction s'est opérée ; mais ce qu'il » faut sur-tout remarquer, c'est l'immense » profondeur de cet abîme, dont on n'a jamais » pu réussir à trouver le fond. »

Enfin, nous devons encore observer, en général, que le Vésuve, l'Etna & les autres volcans, tant agissans qu'éteints, sont entourés de collines volcaniques, projetées par les feux souterrains, & qui ont dû laisser à leur place des cavités égales à leur volume. Ces collines, composées de laves & de matières fondues & projetées, sont connues en Italie sous le nom de Monticolli, & elles sont si multipliées dans le royaume de Naples, que leurs bases se touchent en beaucoup d'endroits. Ainsi, le nombre des cavités ou boursoufflures du globe, formées par le feu primitif, a dû

diminuer par les affaiſſemens ſucceſſifs des cavernes, dont les eaux auront percé les voûtes, tandis que les feux ſouterrains ont produit d'autres cavités, dont nous pouvons eſtimer la capacité par le volume des matières projetées, & par l'élévation des montagnes volcaniques.

Je ſerois même tenté de croire que les montagnes volcaniques des Cordillières, telles que Chimboraço, Cottopaxi, Pichencha, Sangaï, &c. dont les feux ſont actuellement agiſſans, & qui s'élèvent à plus de trois mille toiſes, ont été ſoulevées à cette énorme hauteur par la force de ces feux, puiſque l'Etna nous offre un exemple d'un pareil ſoulèvement juſqu'à la hauteur de dix-huit cens toiſes, & dès-lors, ces montagnes volcaniques des Cordillières ne doivent point être regardées comme des bourſufflures primitives du globe, puiſqu'elles ne ſont compoſées ni de quartz, ni de granit, ni d'autres matières vitreuſes qui auroient arrêté l'effet des foudres ſouterraines, de même qu'en Europe nous voyons les Alpes & les Pyrénées avoir arrêté & rompu tous les efforts de cette électricité. Il en doit être de même des montagnes volcaniques du Mexique & des autres parties du monde, où l'on trouve des volcans encore agiſſans.

A l'égard des volcans éteints, quoiqu'ils aient tous les caractères des volcans actuellement brûlans, nous remarquerons que les uns, tels que le Pui-de-Dome, qui a plus de huit cens toiſes d'élévation, le Cantal en Auvergne, qui en a près de mille, & le Mont-Mezin en Vivarais, dont la hauteur eſt à-peu-près égale

à celle du Cantal, doivent avoir des cavités au-dessous de leurs bases, & que d'autres se sont en partie éboulés depuis qu'ils ont cessé d'agir; cette différence se remarque par celle de la forme de leurs bouches ou cratères. Le Mont Mezin, le Cantal, le colet d'Aisa, la coupe de Sausac, la Gravène de Mont-Pesat, présentent tous des cratères d'une entière conservation, tandis que d'autres n'offrent qu'une partie de leurs bouches en entonnoir qui subsiste encore, & dont le reste s'est affaissé dans des cavités souterraines.

Mais, le principal & le plus grand résultat que nous puissions tirer de tous ces faits, c'est que l'action des foudres & des feux souterrains, ayant été assez violente pour élever dans nos zones tempérées des montagnes telles que l'Etna, jusqu'à dix-huit cents toises de hauteur, nous devons cesser d'être étonnés de l'élévation des montagnes volcaniques des Cordillières jusqu'à trois mille toises. Deux fortes raisons me persuadent de la vérité de cette présomption. La première, c'est que le globe étant plus élevé sous l'équateur, a dû, dès les premiers tems de sa consolidation, former des boursoufflures & des cavités beaucoup plus grandes dans les parties équatoriales que dans les autres zones, & que, par conséquent, les foudres souterraines auront exercé leur action avec plus de liberté & de puissance dans cette région, dont nous voyons, en effet, que les affaissemens sous les eaux, & les élévations au-dessus de la terre, sont plus grandes que par-tout ailleurs; parce que indépendamment de l'étendue plus considérable de cavités, la

chaleur

chaleur intérieure du globe, & celle du ſoleil, ont dû augmenter encore la puiſſance des foudres & des feux ſouterrains.

La ſeconde raiſon, plus déciſive encore que la première, c'eſt que ces volcans, dans les Cordillières, nous démontrent qu'elles ne ſont pas de première formation, c'eſt-à-dire, entièrement compoſées de matières vitreuſes, quartzeuſes ou granitiques, puiſque nous ſommes aſſurés, par la continuité des terrains volcaniques dans l'Europe entière, que jamais les foudres ſouterraines n'ont agi contre ces matières primitives, & qu'elles en ont partout ſuivi les contours ſans les entamer, parce que ces matières vitreuſes, n'étant point conductrices de l'électricité, n'ont pu en ſubir ni propager l'action. Il eſt donc à préſumer que toutes les montagnes volcaniques, ſoit dans les Cordillières, ſoit dans les autres parties du monde, ne ſont pas de première formation, mais ont été projetées ou ſoulevées par la force des foudres & des feux ſouterrains, tandis que les autres montagnes dans leſquelles, comme aux Alpes & aux Pyrénées, &c. l'on ne voit aucun indice de volcan, ſont en effet les montagnes primitives, compoſées de matières vitreuſes, qui ſe refuſent à toute action de l'électricité.

Nous ne pouvons donc pas douter que la force de l'électricité n'ait agi en toute liberté, & n'ait fait de violentes exploſions dans les cavités ou bourſoufflures occaſionnées par l'action du feu primitif; en ſorte qu'on doit préſumer, avec fondement, qu'il a exiſté des volcans dès ces premiers tems, & que ces

volcans n'ont pas eu d'autres causes que l'action des foudres souterraines. Ces premiers & plus anciens volcans n'ont été, pour ainsi dire, que des explosions momentanées, & dont le feu n'étant pas nourri par les matières combustibles, n'a pu se manifester par des effets durables; ils se sont, pour ainsi dire, éteints après leur explosion, qui néanmoins a dû projeter toutes les matières que la foudre avoit frappées & déplacées. Mais, lorsque dans la suite, les eaux, les substances métalliques, & autres matières volatiles sublimées par le feu, & reléguées dans l'atmosphère, sont tombées & se sont établies sur le globe, ces substances, toutes conductrices de l'électricité, ont pu s'accumuler dans les cavernes souterraines. Les végétaux s'étant dès-lors multipliés sur les hauteurs de la terre, & les coquillages s'étant en même-tems propagés, & ayant pullulé au point de former, par leurs dépouilles, de grands amas de matières calcaires, toutes ces matières conductrices se sont de même rassemblées dans ces cavités intérieures, & dès-lors l'action des foudres électriques a dû produire des incendies durables, & d'autant plus violens, que ces volcans se sont trouvés plus voisins des mers dont les eaux, par leur conflict avec le feu, ont encore augmenté la force & la durée des explosions; & c'est par cette raison que le pied de tous les volcans, encore actuellement agissans, se trouve voisin des mers, & qu'il n'en existe pas dans l'intérieur des continens terrestres.

On doit donc distinguer deux sortes de volcans; les premiers, sans alimens, & unique-

ment produits par la force de l'électricité souterraine; les seconds, alimentés par les matières combustibles. Les premiers de tous les volcans n'ont été que des explosions momentanées dans le tems de la consolidation du globe. Ces explosions peuvent nous être représentées en petit, par les étincelles que lance un boulet de fer rougi à blanc, en se refroidissant. Elles sont devenues plus violentes & plus fréquentes par la chûte des eaux, dont le conflict avec le feu a dû produire de plus fortes secousses & des ébranlemens plus étendus. Ces premiers & plus anciens volcans ont laissé des bouches ou cratères, autour desquels se trouvent des laves, & autres matières fondues par les foudres, de la même manière que la force électrique mise en jeu par nos foibles instrumens, fond ou calcine toutes les matières sur lesquelles elle est dirigée.

Il y a donc toute apparence que, dans le nombre infini de volcans éteints qui se trouvent à la surface de la terre, la plupart doivent être rapportés aux premières époques des révolutions du globe après sa consolidation, pendant lesquelles ils n'ont agi que par momens & par l'effet subit des foudres souterraines, dont la violence a soulevé les montagnes & entr'ouvert les premières couches de la terre, avant que la Nature n'eût produit assez de végétaux, de pyrites & d'autres substances combustibles pour servir d'aliment aux volcans durables, tels que ceux qui sont encore actuellement agissans.

Ce sont aussi ces foudres électriques souterraines qui causent la plupart des tremblemens

de terre. Je dis, la plupart, car la chûte & l'affaissement subit des cavernes interieures du globe, produisent aussi des mouvemens qui ne se font sentir qu'à de petites distances ; ce sont plutôt des trépidations que de vrais tremblemens, dont les plus fréquens & les plus violens doivent se rapporter aux commotions produites par les foudres électriques, puisque ces tremblemens se font souvent sentir, presqu'au même moment, à plus de cent lieues de distance & dans tout l'espace intermédiaire. C'est le coup électrique qui se propage subitement & aussi loin que s'étendent les corps qui peuvent lui servir de conducteurs. Les secousses occasionnées par ces tonnerres souterrains, sont quelquefois assez violentes pour bouleverser les terres en les élevant ou les abaissant, & changer en même tems la position des sources & la direction du cours des eaux.

Lorsque cette force de l'électricité agit à la surface du globe, elle ne se manifeste pas uniquement par des foudres, par des commotions & par les autres effets que nous venons d'exposer. Elle paroît changer de nature, & produit de nouveaux phénomènes. En effet, elle se modifie pour donner naissance à une nouvelle force à laquelle on a donné le nom de magnétisme ; mais le magnétisme, bien moins général que l'électricité, n'agit que sur les matières ferrugineuses, & ne se montre que par les effets de l'aimant & du fer, lesquels seuls peuvent fléchir & attirer une portion du courant universel & électrique, qui se porte directement & en sens contraire, de l'équateur aux deux pôles.

Telle eſt donc l'origine des diverſes forces, tant générales que particulières, dont nous venons de parler. L'attraction, en agiſſant en ſens contraire de ſa direction, a produit l'impulſion dès l'origine de la matière. Cette impulſion a fait naître l'élément du feu qui a produit l'électricité; & nous allons voir que le magnétiſme n'eſt qu'une modification particulière de cette électricité générale, qui ſe fléchit dans ſon cours vers les matières ferrugineuſes.

Nous ne connoiſſons toutes ces forces que par leurs effets; les uns ſont conſtans & généraux, les autres paroiſſent variables & particulières. La force d'attraction eſt univerſellement répandue, elle réſide dans tout atome de matière & s'étend dans le ſyſtême entier de l'univers, tandis que celle qui produit l'électricité agit à l'intérieur & s'étend à la ſurface du globe terreſtre, mais n'affecte pas tout les corps de la même manière. Néanmoins cette force électrique eſt encore plus générale que la force magnétique, qui n'appartient à aucune autre ſubſtance qu'à l'aimant & au fer.

Ces deux forces particulières ont des propriétés communes avec celle de l'attraction univerſelle. Toutes trois agiſſent à plus ou moins de diſtance, & les effets du magnétiſme & de l'électricité ſont toujours combinés avec l'effet général de l'attraction qui appartient à toute matière, & qui, par conſéquent, influe néceſſairement ſur l'action de ces deux forces, dont les effets, comparés entre eux, peuvent être ſemblables ou differens, variables ou conſtans, fugitifs ou permanens, & ſouvent pa-

roître opposés ou contraires à l'action de la force universelle : car, quoique cette force d'attraction s'exerce sans cesse en tout & partout, elle est vaincue par celles de l'électricité & du magnétisme, toutes les fois que ces forces agissent avec assez d'énergie pour surmonter l'effet de l'attraction, qui n'est jamais que proportionnel à la masse des corps.

Les effets de l'électricité & du magnétisme sont produits par des forces impulsives particulières, qu'on ne doit point assimiler à l'impulsion ou répulsion primitive; celle-ci s'exerce dans l'espace vide, & n'a d'autre cause que l'attraction qui force toute matière à se rapprocher pour se réunir. L'électricité & le magnétisme supposent, au contraire, des impulsions particulières, causées par un fluide actif, qui environne les corps électriques & magnétiques, & qui doit les affecter différemment suivant leur différente nature.

Mais, quel est ou peut être l'agent ou le moyen employé par la Nature, pour déterminer & fléchir l'électricité du globe en magnétisme vers le fer, de préférence à toute autre masse minérale ou métallique ? Si les conjectures, ou même de simples vues, sont permises sur un objet qui, par sa profondeur & son ancienneté contemporaine des premières révolutions de la terre, semble devoir échapper à nos regards, & même à l'œil de l'imagination, nous dirons que la matière ferrugineuse, plus difficile à fondre qu'aucune autre, s'est établie sur le globe, avant toute autre substance métallique, & que dès-lors elle fut frappée la première, & avec le plus de force & de durée

par les flammes du feu primitif; elle dut donc en contracter la plus grande affinité avec l'élément du feu; affinité qui se manifeste par la combustibilité du fer & par la prodigieuse quantité d'air inflammable ou feu fixe qu'il rend dans ses dissolutions; & par conséquent de toutes les matières que l'électricité du globe peut affecter, le fer, comme ayant spécialement plus d'affinité avec ce fluide de feu & avec les forces dont il est l'ame, en ressent & marque mieux tous les mouvemens, tant de direction que d'inflexion particulière, dont néanmoins les effets sont tous subordonnés à la grande action & à la direction générale du fluide électrique de l'équateur vers les poles.

Car il est certain que s'il n'y avoit point de fer sur la terre, il n'y auroit ni aimant ni magnétisme, & que la force électrique n'en existeroit ni ne subsisteroit pas moins, avec sa direction constante & générale de l'équateur aux poles; & il est tout aussi certain que le cours de ce fluide se fait en deux sens opposés, c'est-à-dire, de l'équateur aux deux poles terrestres, en se resserrant & s'inclinant, comme les méridiens se resserrent & s'inclinent sur le globe; & l'on voit seulement que la direction magnétique, quoique soumise à cette grande loi, reçoit des inflexions dépendantes de la position des grandes masses de matières ferrugineuses, & de leur gissement dans les différens continens.

En comparant les effets de l'action d'une petite masse d'aimant, avec ceux que produit la masse entière du globe terrestre, il paroît que ce globe possède en grand toutes les pro-

priétés dont les aimans ne jouissent qu'en petit. Cependant la masse du globe entier n'est pas, comme les petites masses de l'aimant, composée de matières ferrugineuses; mais on peut dire que sa surface entière est mêlée d'une grande quantité de fer magnétique, puisque toutes les mines primitives sont attirables à l'aimant, & que de même les basaltes, les laves & toutes les mines secondaires revivifiées par le feu & par les coups de la foudre souterraine, sont également magnétiques. C'est cette continuité de matière ferrugineuse magnétique, sur la surface de la terre qui a produit le magnétisme général du globe, dont les effets sont semblables à ceux du magnétisme particulier d'une pierre d'aimant. Et c'est de l'électricité générale du globe, que provient l'électricité particulière ou magnétisme de l'aimant. D'ailleurs la force magnétique n'ayant d'action que sur la matière ferrugineuse, ce seroit méconnoître la simplicité des loix de la Nature, que de la charger d'un petit procédé solitaire & d'une force isolée qui ne s'exerceroit que sur le fer. Il me paroît donc démontré que le magnétisme, qu'on regardoit comme une force particulière & isolée, dépend de l'électricité dont il n'est qu'une modification occasionnée par le rapport unique de son action avec la nature du fer.

Et même, quoique le magnétisme n'appartienne qu'à la matière ferrugineuse, on ne doit pas le regarder comme une des propriétés essentielles de cette matière, car ce n'est qu'une simple qualité accidentelle que le fer acquiert ou qu'il perd, sans aucun changement & sans

augmentation ni déperdition de sa substance. Toute matière ferrugineuse qui aura subi l'action du feu, prendra du magnétisme par le frottement, par la percussion, par tout choc, toute action violente de la part des autres corps; encore n'est-il pas nécessaire d'avoir recours à une force extérieure pour donner au fer cette vertu magnétique, car il la prend aussi de lui-même, sans être ni frappé, ni mu, ni frotté; il la prend dans l'état du plus parfait repos, lorsqu'il reste constamment dans une certaine situation, exposé à l'action du magnétisme général, car dès-lors il devient aimant en assez peu de tems. Cette force magnétique peut donc agir sur le fer, sans être aidée d'aucune autre force motrice, &, dans tous les cas, elle s'en saisit sans en étendre le volume, & sans en augmenter ni diminuer la masse.

Nous avons parlé de l'aimant, comme des autres matières ferrugineuses, dans notre Histoire des Minéraux, à l'article du fer; mais nous nous sommes réservé d'examiner de plus près ce minéral magnétique qui, quoiqu'aussi brut qu'aucun autre, semble tenir à la nature active & sensible des êtres organisés; l'attraction, la répulsion de l'aimant, sa direction vers les poles du monde, son action sur les corps animés, & la faculté qu'il a de communiquer toutes ses propriétés sans en perdre aucune, sans que ses forces s'épuisent, & même sans qu'elles subissent le moindre affoiblissement, toutes ces qualités, réunies ou séparées, paroissent être autant de vertus magiques, & sont au moins des attributs uniques, des singularités de Nature d'autant plus

étonnantes qu'elles ſemblent être ſans exemple; & que, n'ayant été juſqu'ici que mal connues & peu comparées, on a vainement tenté d'en deviner les cauſes.

Les Philoſophes anciens, plus ſages, quoique moins inſtruits que les modernes, n'ont pas eu la vaine prétention de vouloir expliquer, par des cauſes méchaniques, tous les effets de la Nature ; & lorſqu'ils ont dit que l'aimant avoit des affections d'amour & de haine, ils indiquoient ſeulement, par ces expreſſions, que la cauſe de ces affections de l'aimant devoit avoir quelque rapport avec la cauſe qui produit de ſemblables affections dans les êtres ſenſibles. Et peut-être ſe trompoient-ils moins que les Phyſiciens récens, qui ont voulu rapporter les phénomènes magnétiques aux loix de notre méchanique groſſière. Auſſi tous leurs efforts, tous leurs raiſonnemens appuyés ſur des ſuppoſitions précaires, n'ont abouti qu'à démontrer l'erreur de leurs vues dans le principe, & l'inſuffiſance de leurs moyens d'explication. Mais, pour mieux connoître la nature du magnétiſme & ſa dépendance de l'électricité, comparons les principaux effets de ces deux forces, en préſentant, d'abord, tous les faits ſemblables ou analogues, & ſans diſſimuler ceux qui paroiſſent différens ou contraires.

L'action du magnétiſme & celle de l'électricité, ſont également variables, tantôt en plus, tantôt en moins ; & leurs variations particulières dépendent en grande partie de l'état de l'atmoſphère. Les phénomènes électriques que nous pouvons produire, augmen-

tent, en effet, ou diminuent de force, & même sont quelquefois totalement supprimés, suivant qu'il y a plus ou moins d'humidité dans l'air, que le fluide électrique s'est plus ou moins répandu dans l'atmosphère, & que les nuages orageux y sont plus ou moins accumulés. De même les barres de fer, que l'on veut aimanter par la seule exposition aux impressions du magnétisme général, acquièrent plus ou moins promptement la vertu magnétique, suivant que le fluide électrique est plus ou moins abondant dans l'atmosphère; & les aiguilles des boussoles éprouvent des variations, tant périodiques qu'irrégulières, qui ne paroissent dépendre que du plus ou du moins de force de l'électricité de l'air.

L'aimant primordial n'est qu'une matière ferrugineuse, qui ayant d'abord subi l'action du feu primitif, s'est ensuite aimantée par l'impression du magnétisme du globe, & en général, la force magnétique n'agit que sur le fer ou sur les matières qui en contiennent; de même la force électrique ne se produit que dans certaines matières, telles que l'ambre, les résines, les verres & les autres substances qu'on appelle *électriques par elles-mêmes*, quoiqu'elle puisse se communiquer à tous les corps.

Les aimans ou fers aimantés s'attirent mutuellement dans un sens, & se repoussent réciproquement dans le sens opposé; cette répulsion & cette attraction sont plus sensibles, lorsqu'on approche l'un de l'autre leurs poles de même nom ou de différent nom. Les verres, les résines & les autres corps électriques par eux-mêmes, ont aussi, dans plusieurs circons-

tances, des parties polaires, des portions électrisées en plus & d'autres en moins, dans lesquelles l'attraction & la répulsion se manifestent par des effets constans & bien distincts.

Les forces électrique & magnétique s'exercent également en sens opposé & en sens direct; & leur réaction est égale à leur action.

On peut, en armant les aimans d'un fer qui les embrasse, diriger ou accumuler sur un ou plusieurs points la force magnétique; on peut de même, par le moyen des verres & des résines, ainsi qu'en isolant les substances conductrices de l'électricité, diriger & condenser la force électrique, & ces deux forces électrique & magnétique peuvent être également dispersées, changées ou supprimées à volonté. La force de l'électricité & celle du magnétisme peuvent de même se communiquer aux matières que l'on approche des corps dans lesquels on a excité ces forces.

Souvent, pendant l'orage, l'électricité des nuées a troublé la direction de l'aiguille de la boussole (*h*); & même l'action de la foudre aérienne a influé quelquefois sur le magnétisme au point de détruire & de changer tout-à-coup, d'un pole à l'autre, la direction de l'aimant (*i*).

Une forte étincelle électrique, & l'action du tonnerre, paroissent également donner la

(*h*) Voyez la relation de Carteret, dans le premier voyage de Cook.

(*i*) Transact. philosoph. N°. 127, page 647, & N°. 157, page 520.

vertu magnétique aux corps ferrugineux, & la vertu électrique aux subſtances que la Nature a rendues propres à recevoir immédiatement l'électricité, telles que les verres & les réſines. M le Chevalier de Rozières, Capitaine au Corps-Royal du Génie, eſt parvenu à aimanter des barres d'acier, en tirant des étincelles par le bout oppoſé à celui qui reçevoit l'électricité, ſans employer les commotions plus ou moins fortes des grandes batteries électriques (*k*), & même ſans en tirer des étincelles, & ſeulement en les électriſant pendant pluſieurs heures de ſuite (*l*).

Des bâtons de ſoufre ou de réſine qu'on laiſſe tomber, à pluſieurs repriſes, ſur un corps dur, acquièrent la vertu électrique, de même que des barres de fer qu'on laiſſe tomber pluſieurs fois de ſuite, d'une certaine hauteur, prennent du magnétiſme par l'effet de leurs chûtes réitérées (*m*).

On peut imprimer la vertu magnétique à une barre de fer, de telle ſorte qu'elle préſente une ſuite de poles alternativement oppoſés;

(*k*) Lettre de M. de Rozières, Secrétaire de la Société patriotique de Valence, & Capitaine au Corps-Royal du Génie, à M. le Comte de Buffon, du 14 Décembre 1786.

(*l*) Cette dernière manière n'a été trouvée que nouvellement, par M. le Chevalier de Rozières, qui nous en a fait part par ſa lettte du 30 Avril 1787.

(*m*) Mémoire de M. Liphartdt, Journal de Phyſique, Juin 1787.

on peut également électriser une lame ou un tube de verre, de manière qu'on y remarque une suite de poles alternativement opposés (*n*).

Lorsqu'une barre de fer s'aimante par sa seule proximité avec l'aimant, l'extrémité de cette barre, qui en est la plus voisine, acquiert un pole opposé à celui que l'aimant lui présente. De même une barre de fer isolée peut recevoir deux électricités opposées par le voisinage d'un corps électrisé; le bout qui est le plus proche de ce corps jouit, comme dans l'aimant, d'une force opposée à celle dont il subit l'action.

Les matières ferrugineuses réduites en rouille, en ochre, & toutes les dissolutions du fer par l'acide aérien ou par les autres acides, ne peuvent recevoir la vertu magnétique; & de même ces matières ferrugineuses ne peuvent, dans cet état de dissolution, acquérir la vertu électrique.

Si l'on suspend une lame de verre, garnie à ses deux bouts de petites plaques de métal, dont l'une sera électrisée en plus, l'autre en moins, & si cette lame, ainsi préparée, peut se mouvoir librement lorsqu'on en approchera un corps électrique qui jouit aussi des deux électricités, la lame de verre présentera

(*n*) Voyez, à ce sujet, les expériences de M. Epinus, dans la dissertation que ce Physicien a publiée à la tête de son ouvrage, sur le magnétisme, & celle de M. le Comte de la Cépède, dans son essai sur l'électricité, tome premier.

les mêmes phénomènes que l'aiguille aimantée preſente auprès d'un aimant (*o*).

Les fortes étincelles électriques revivifient les chaux de fer, & leur rendent la propriété d'être attirées par l'aimant (*p*). Les foudres ſouterraines & aériennes revivifient de même, à l'intérieur & à la ſurface de la terre, une prodigieuſe quantité de matieres ferrugineuſes, réduites en chaux par les élémens humides.

La plupart des ſchorls, & particulièrement la tourmaline, préſentent des phénomènes électriques qui ont la plus grande analogie avec ceux de l'aimant (*q*). Lorſque ces matières ont été chauffées ou frottées, elles ont, pour ainſi dire, des parties polaires, dont les unes ſont électriſées en plus & les autres en moins, & qui attirent ou repouſſent les corps électriſés.

Les aurores polaires, qui, comme nous l'avons dit, ne ſont que des lumieres électriques, influent plus qu'aucune autre affection de l'atmoſphère, ſur les variations de l'aigue aimantée. Les obſervations de MM,

---

(*o*) Voyez la diſſertation prononcée par M. Epinus, à Pétersbourg, au mois de Septembre 1758.

(*p*) Voyez, ſur ce ſujet, un Mémoire de M. le Comte de Milly, lu à l'Académie des Siences, & celui que M. de Venſmarum vient de publier.

(*q*) Voyez la diſſertation de M. Epinus, dans les Mémoires de l'Académie de Berlin, année 1756.

Vanſwinden & de Caſſini, ne permettent plus de douter de ce fait (*r*).

Les perſonnes dont les nerfs ſont délicats, & ſur leſquelles l'électricité agit d'une maniere ſi marquée, reçoivent auſſi du magnétiſme des impreſſions aſſez ſenſibles; car l'aimant peut, en certaines circonſtances, ſuſpendre & calmer les irritations nerveuſes, & appaiſer les douleurs aiguës. L'action de l'aimant qui, dans ce cas, eſt calmante & même engourdiſſante, ſemble arrêter le cours, & fixer pour un temps le mouvement trop

(*r*) Voyez l'ouvrage de M. Vanſwinden, intitulé : *de l'Analogie de l'Electricité & du Magnétiſme*, dans lequel cet excellent obſervateur a prouvé que les variations extraordinaires des aiguilles aimantées, les pertubations dans leurs variations diurnes, & même quelques changemens aſſez conſtans dans leurs déclinaiſons, ne ſont jamais plus grands que dans le temps où paroiſſent les aurores boréales; M. le Comte de Caſſini, de l'Académie des Sciences, a obſervé avec une aiguille aimantée, ſuivant la méthode de M. Coulomb, que la variation diurne n'étoit ordinairement que de quelques minutes, & que les aurores boréales influoient plus qu'aucune autre cauſe ſur cette variation. » Le 23 Septembre 1781, la direction étoit, dit-il, le matin ſur 26 minutes de la diviſion du micromètre; à deux heures après midi, elle parvint à un degré. Ce grand mouvement annonçoit quelque choſe d'extraordinaire, l'aiguille enſuite rétrograda vers l'Eſt, non-ſeulement de tout le degré où elle étoit parvenue, mais encore de 13 minutes en-deçà, où elle fut obſervée à neuf heures du ſoir. C'eſt alors qu'on s'apperçut d'une

&

rapide ou déréglé des torrens de ce fluide électrique qui, quand, il est sans frein, ou se trouve sans mesure dans le corps animal, en irrite les organes, & l'agite par des mouvemens couvulsifs.

Il existe des animaux dans lesquels, indépendamment de l'électricité vitale qui appartient à tout être vivant, la Nature a établi un organe particulier d'électricité, &, pour ainsi dire, un sens électrique & magnétique. La torpille (*s*), l'anguille électrique de

---

aurore boréale, dont l'effet, sur l'aiguille, avoit été par conséquent de 37 minutes. Le 25, une autre aurore boréale ne produisit qu'une variation totale de 35 minutes. Il faut, à la vérité, défalquer l'effet ordinaire de la variation diurne, qui est d'environ 14 minutes. Il a paru que l'effet des aurores boréales précédent souvent de plusieurs heures l'apparition de ces aurores, & se prolongeoit aussi long-temps après. Le 12 Mai 1783, deux aiguilles d'acier fondu, très fortement aimantées, rétrogradèrent de 14 minutes plus que de coutume, & l'on remarqua un bandeau d'aurore boréale, véritable cause de cet effet, qui n'avoit pas eu lieu les jours précédens, & qui n'eut plus lieu le lendemain.... Parmi les causes perturbatrices de la variation diurne, les aurores boréales sont sans doute les plus fortes; leur effet dérange absolument la direction des aiguilles aimantées qu'elles agitent en tout sens, & d'une quantité plus ou moins grande, selon la force & l'étendue du phénomène... ». Extrait du Mémoire de M. le Comte de Cassini, adressé aux Auteurs du Journal de Physique.

(*s*) La torpille ressemble, par sa forme, à la raye. » C'est un poisson des plus singuliers, & qui produit sur

Surinam, le trembleur du Niger (*t*), semblent réunir & concentrer dans une même faculté, la force de l'électricité & celle du

---

le corps humain d'étranges effets. Pour peu qu'on le touche, ou si par hasard on vient à marcher dessus, on se sent saisi d'un engourdissement par tout le corps, mais sur-tout dans la partie qui a touché immédiatement la torpille. On remarque encore le même effet, quand on touche ce poisson avec quelque chose que l'on tient à la main. J'ai moi-même ressenti un assez grand engourdissement dans le bras droit, pour avoir appuyé, pendant quelque temps, ma canne sur le corps de ce poisson, & je ne doute pas que l'effet n'en eût été plus violent, si l'animal n'avoit été prêt d'expirer. Car il produit cet effet à mesure qu'il est plus vigoureux, & il cesse de le produire dès qu'il est mort; on peut en manger sans inconvénient. J'ajouterai encore que l'engourdissement ne passe pas aussi vîte que certains Naturalistes le disent. Le mien diminua insensiblement, & le lendemain j'en sentis encore quelques restes ». Voyage autour du monde, par Georges Anson.. Amsterdam, 1748, page 211.

Dans l'ancienne Médecine, on s'est servi de la torpille pour engourdir & calmer : Gallien compare sa vertu à celle de l'opium, pour calmer & assoupir les douleurs.

(*t*) Il est bon d'observer que les espèces de poissons électriques diffèrent trop les unes des autres, pour qu'on puisse rapporter leurs phénomènes à la conformité de leur organisation. On ne peut donc les attribuer qu'aux effets de l'électricité. Voyez un très bon Mémoire de M. Broussonnet, de l'Academie des Sciences, sur le Trembleur & les autres poissons électriques, dans le Journal de Physique, du mois d'août 1785.

magnétiſme. Ces poiſſons, électriques & magnétiques, engourdiſſent les corps vivans qui les touchent; & ſuivant M. Schilling & quelques autres Obſervateurs, ils perdent cette propriété lorſqu'on les touche eux-mêmes avec l'aimant. Il leur ôte la faculté d'engourdir, & on leur rend cette vertu en les touchant avec du fer, auquel ſe tranſporte le magnétiſme qu'ils avoient reçu de l'aimant. Ces mêmes poiſſons, électriques & magnétiques, agiſſent ſur l'aimant, & font varier l'aiguille de la bouſſole (*u*); mais ce qui prouve évidemment la préſence de l'électricité dans ces animaux, c'eſt qu'on voit paroître des étincelles électriques dans les intervalles que laiſſent les conducteurs métalliques avec leſquels on les touche. M. Walſch a fait cette expérience devant la Société royale de Londres, ſur l'anguille de Surinam, dont la force électrique paroît être plus grande que celle de la torpille dans laquelle cette action eſt peut-être trop foible pour produire des étincelles (*x*). Et ce qui démontre encore que la commotion produite par ces poiſſons, n'eſt point un effet méchanique, comme l'ont penſé quelques

(*u*) Voyez l'ouvrage que M. Schilling a publié ſur cette action de l'Aimant, appliquée aux poiſſons électriques.

(*x*) Lettre de M. Walſch à M. le Roi, de l'Académie des Sciences, dont ce dernier a publié l'extrait dans le Journal de Phyſique, année 1776.

Physiciens, mais un phénomène électrique; c'est qu'elle se propage au travers des fluides, & se communique, par le moyen de l'eau, à plusieurs personnes à-la-fois (*y*).

Or, ces étincelles & cette commotion, plus ou moins violentes, que font éprouver ces poissons, sont vraiment des effets de l'électricité, que l'on ne peut attribuer en aucune maniere au simple magnétisme, puisqu'aucun aimant, tant naturel qu'artificiel, n'a fait éprouver de secousses sensibles, ni produit aucune étincelle; d'un autre côté, les commotions que donnent les torpilles, l'anguille électrique de Surinam & le trembleur du Niger, étant trés fortes, lorsque ces poissons sont dans l'eau des mers ou des grands fleuves, on peut d'autant moins la considérer comme un phénomène purement électrique, que les effets de l'électricité s'affoiblissent avec l'humidité de l'air qui la dissipe, & ne peuvent jamais être excités lorsqu'on mouille les machines qui la produisent. Les vases de verre électrisé, que l'on a appellés *bouteilles de Leyde*, & par le moyen desquels on reçoit les secousses les plus fortes, se déchargent & perdent leur vertu, dès le moment qu'ils sont entièrement plongés dans l'eau; cette eau, en faisant communiquer ensemble les deux surfaces intérieure & extérieure, rétabiit l'équilibre dont la rupture est la seule cause du mouve-

(*y*) Lettre de M. Walsch, publiée par M. le Roi, Journal de Physique, année 1774.

ment, & par conſéquent de la force du fluide électrique. Si l'on remarque donc des effets électriques dans les torpilles, l'on doit ſuppoſer, d'après les modifications, de ces effets, que l'électricité n'y exiſte pas ſeule, & qu'elle y eſt réunie avec le magnétiſme, de maniere à y ſubir une combinaiſon qui augmente, diminue ou altère ſa puiſſance; & il paroît que ces deux forces électrique & magnétique, qui, lorſqu'elles ſont ſéparées l'une de l'autre, ſont plus ou moins actives, ou preſque nulles, ſuivant l'état de l'atmoſphère, le ſont également lorſqu'elles ſont combinées dans ces poiſſons; mais peut-être auſſi la diverſité des ſaiſons, ainſi que les différens états de ces animaux, influent-ils ſur l'action de leurs forces électrique & magnétique. Pluſieurs perſonnes ont en effet manié des torpilles, ſans en recevoir aucune ſecouſſe. M. le Comte de la Cépède étant à la Rochelle, en Octobre 1777, voulut éprouver la vertu de quelques torpilles, que MM. de l'Académie de la Rochelle avoient fait pêcher; elles etoient bien vivantes, & paroiſſoient très vigoureuſes; cependant de quelque maniere qu'on les touchât, ſoit immédiatement avec la main, ſoit avec des barreaux de fer ou d'autres matieres, & ſur quelque partie de leur corps qu'on portât l'attouchement, dans l'eau ou hors de l'eau, aucun des aſſiſtans à l'expérience ne reſſentit la moindre commotion. Il paroît donc que ces poiſſons ne ſont pas électriques dans tous les temps, & que cette propriété, qui n'eſt pas conſtante, dépend des circonſtances, &

peut-être de la saison ou du temps auxquels ces animaux doivent répandre leurs œufs & leur frai; & nous ne pouvons rien dire de la cause de ces alternatives d'action & d'inaction, faute d'observations assez suivies sur ces poissons singuliers.

Cette combinaison des deux forces électrique & magnétique, que la Nature paroît avoir faite dans quelques êtres vivans, doit faire espérer que nous pourrons les réunir par l'art, & peut-être en tirer des secours efficaces dans certaines maladies, & particulièrement dans les affections nerveuses.

Les deux forces électrique & magnétique, ont en effet été employées séparément, avec succès, pour la guérison ou le soulagement de plusieurs maux douloureux. Quelques Physiciens (z), particulièrement M. Mauduit, de la Société royale de Médecine, ont guéri des maladies par le moyen de l'électricité (*a*); & M. l'Abbé le Noble, qui s'occupe avec succès, depuis long-temps, des effets du magnétisme sur le corps humain, & qui est parvenu à construire des aimans artificiels beaucoup plus forts que tous ceux qui étoient déjà connus, a employé très-heureusement l'application de ces mêmes aimans pour le soulagement de plu-

---

(z) On peut voir à ce sujet l'Ouvrage de M. l'Abbé Bertholon, intitulé : *de l'Electricité du Corps humain.*

(*a*) Voyez les Mémoires de la Société royale de Médecine, ainsi que les divers rapports & avis publiés par cette compagnie.

ſieurs maux. Nous croyons devoir placer dans la Note ci-après, un extrait du Rapport fait par MM. les Commiſſaires de la Société royale de Médecine, au ſujet des travaux utiles de ce Phyſicien, qui les continue avec zèle, & d'une manière d'autant plus louable qu'il les conſacre gratuitement au ſoulagement des malheureux (*b*).

(*b*) Dans un compte rendu à la Société royale de Médecine, ſur les effets de l'aimant, & au ſujet des travaux de M. le Noble, les Commiſſaires s'expriment en ces termes : » Les affections nerveuſes nous ont paru céder & ſe diſſiper d'une manière conſtante pendant l'uſage de l'aimant, & au contraire, les affections humorales n'ont éprouvé aucun changement par la plus forte & la plus longue application de l'aimant. Dans toutes les affections nerveuſes, quelque fût la nature des accidens dont elles étoient accompagnées, ſoit qu'elles conſiſtaſſent en des affections purement douloureuſes, ſoit qu'elles paroiſſent plus particulièrement ſpaſmodiques & convulſives, quelque fût auſſi leur ſiège & leur caractère, de quelque manière enfin que nous euſſions employé l'aimant, ſoit en armure habituelle & conſtante, ſoit par la méthode des ſimples applications, toutes ces affections ont ſubi des changemens plus ou moins marqués, quoique preſque toujours le ſoulagement n'ait guère été qu'une ſimple palliation de la maladie. Ces affections nous ont paru céder & s'affoiblir d'une manière plus ou moins marquée pendant le traitement. Pluſieurs malades, que le ſoulagement dont ils jouiſſoient depuis quelque temps, avoit engagés à quitter leurs garnitures, ayant vu ſe renouveller enſuite leurs accidens, qu'une nouvelle appli-

Nous avons cru devoir y placer aussi quel-

ques

---

cation de l'aimant a toujours suffi pour faire disparoître, nous sommes restés convaincus que c'étoit à l'usage des aimans qu'on devoit attribuer le soulagement obtenu.... Nous nous sommes scrupuleusement abstenus d'employer aucun autre remède pendant le traitement. De tous les secours qu'on peut desirer de voir joindre à l'usage de l'aimant, c'est de l'électricité, sur-tout, dont il semble qu'on ait lieu de plus attendre.... Le magnétisme intéresse le bien public ; il nous paroît devoir mériter toute l'attention de la Société. Qu'on nous permette, à ce sujet, une réflexion. De tous les objets sur lesquels l'enthousiasme peut s'exciter, & dont le charlatanisme peut, par cette raison, abuser avec plus de confiance, le magnétisme paroît être celui qui offre à l'avidité plus de facilité & plus de ressource. L'histoire seule de cet art suffiroit pour en convaincre, quand des essais, qui le multiplient sous nos yeux, n'autoriseroient pas cette présomption. C'est sur-tout sur de pareils objets, devenus pour le public un sujet de curiosité, qu'il est à desirer que les compagnies savantes portent toute leur attention, pour arracher à l'erreur une confiance qu'elle ne manqueroit pas de gagner, si l'on ne dissipoit aux yeux des gens crédules les prestiges du charlatanisme, par des essais faits avec exactitude & impartialité. De pareils projets, pour être remplis d'une manière utile, ont besoin de l'appui du Gouvernement; mais où les secours peuvent-ils mieux être appliqués qu'aux objets qui touchent aux progrès des sciences & au bien de l'humanité ?

» En desirant que le Gouvernement autorise la Société à annoncer, sous ses auspices, un traitement gratuit & public pour le magnétisme, nous croyons encore utile

ques détails relatifs aux divers succès que M.

---

que la Compagnie invite ceux de ses Associés & Correspondans, à qui ces sortes d'essais peuvent être agréables, à concourir avec elle au succès de ses recherches. La Société sait, par l'exemple de l'électricité, combien elle peut retirer d'avantages de cette réunion de travaux. Le magnétisme offre encore plus de facilités pour répéter ou multiplier les essais que l'on jugeroit nécessaires. Mais, pour rendre ce concourrs de recherches plus fructueux, on sent qu'il est nécessaire qu'il soit dirigé sur un plan uniforme. Le rapport que nous soumettons ici à l'examen de la Compagnie, rempliroit cette vue, & nous lui proposons de le faire imprimer & distribuer, par la voie de sa correspondance ordinaire.

» La Societé, pour se livrer elle-même à ces travaux, devant s'attacher un Physicien exercé dans la préparation des Aimans, & versé dans tous les genres des connoissances relatives à leur administration, nous pensons que le choix de la Compagnie doit tomber sur M. l'Abbé le Noble. Plusieurs raisons nous paroissent devoir lui mériter la préférence. On doit le regarder comme un des premiers Physiciens qui, depuis le renouvellement des expériences de l'aimant, se soient occupés de cet objet. En 1763, c'est-à-dire, deux ans à-peu-près avant M. Klarich, que l'on regarde comme le principal rénovateur de ces essais, & dont les observations ont fait attribuer à l'Angleterre la gloire de cette découverte, les aimans de M. l'Abbé le Noble, pour les dents, paroissent avoir été connus dans la capitale, & recherchés des Physiciens. Au mois de Juin 1766, dans le même temps que M. d'Arquier, qu'on regarde comme le premier qui aît répété en France les essais de M. Klarich dans les maux de dents, M

l'Abbé le Noble a obtenus depuis la publica-

---

l'Abbé le Noble publia, en ce genre, plusieurs observations. Deux ans avant que le père Hell, à Vienne, fit adopter généralement la méthode des armures magnétiques, il avoit annoncé plusieurs espèces de plaques aimantées, préparées pour être portées habituellement sur différentes parties du corps. Depuis ces différentes époques, M. l'Abbé le Noble n'a cessé de s'occuper de l'usage de l'aimant dans plusieurs espèces d'affections nerveuses. Les résultats qu'il avoit obtenus de ces essais, sont consignés dans un Mémoire qu'il lut, au mois de Septembre 1777, dans une des séances de la Société. Enfin, pour compléter l'histoire de ses travaux, on doit y joindre les différens essais auxquels ont donné lieu nos propres observations, & dont nous connoissons qu'il doit, s'il en résulte quelque utilité, partager avec nous le mérite. A ce sujet, nous devons rendre compte à la Compagnie du zèle avec lequel M. l'Abbé le Noble s'est porté à nous seconder dans nos recherches. Quoique la durée de ses essais, & sa résidence ordinaire en province, aient exigé de lui de fréquens voyages & de longs séjours à Paris, quoique la multiplicité des malades qui ont eu recours à l'aimant, le peu d'aisance du plus grand nombre, la durée du long traitement pendant lequel les armures ont dû être souvent renouvellées, aient été autant de charges, d'incommodités & de sujets de dépenses pour M. l'Abbé le Noble, nous devons annoncer qu'il n'a épargné ni soins, ni peines, ni sacrifices pour concourir, autant qu'il étoit en lui, au succès de nos épreuves & au soulagement des malheureux. M. l'Abbé le Noble se montre encore animé des mêmes dispositions. & prêt à les mettre en œuvre, si les circonstances répondoient à ses desirs.

tion du rapport de MM. de la Société royale, & qu'il nous a communiqués lui-même.

Mais, attaché par la nature de ses devoirs à la place qu'il remplit en province, il ne pourroit concourir d'une manière utile aux expériences que nous proposons, s'il n'étoit fixé à Paris. C'est au Gouvernement seul qu'il appartient de lever cet obstacle, & nous pensons que la Compagnie doit renouveller, en sa faveur, les mêmes instances qu'elle a déjà faites, en 1778, pour lui obtenir une résidence fixe dans la capitale.

» Des raisons particulières & personnelles à M. le Noble, nous paroissent devoir lui mériter cette faveur du Gouvernement : c'est sur-tout en employant de forts aimans, portés au plus haut degré de force & préparés de manière à former une machine semblable à celle de l'électricité, qu'on doit attendre de nouveaux avantages du magnétisme. M. l'Abbé le Noble possède en ce genre des procédés très supérieurs à tous ceux qui nous ont été connus, & employés jusqu'ici par les Physiciens. Nous apportons en preuve, de ce que nous avançons ici, un certificat de l'Académie royale des Sciences, à laquelle M. l'Abbé le Noble a présenté des aimans capables de soutenir des poids de plus de deux cents livres, & qui lui ont mérité les éloges & l'approbation de cette Compagnie. C'est avec des aimans de ce genre qu'on a lieu de se flatter d'obtenir du magnétisme des effets extraordinaires & inconnus ».

M. l'Abbé le Noble nous a communiqué les détails suivans; relatifs aux diverses applications qu'il a faites de l'aimant, dans les maladies, depuis la publication du rapport de la Société Royale de Médecine.

En 1786, le 24 Mai, à cinq heures du soir, une

P 2

Les premiers Phyſiciens qui ont voulu re-

---

plaque d'aimant envoyée par M. l'Abbé le Noble, fut appliquée ſur l'eſtomac à une malade, âgée de cinquante-un ans, & qui, depuis l'âge de vingt-deux, éprouvoit de temps en temps des attaques de nerfs, plus ou moins fréquentes, qui étoient venues à la ſuite d'une ſuppreſſion, & étoient accompagnées de convulſions très fortes, & d'autres ſymptômes effrayans. Ces attaques avoient diſparu quelquefois près d'un an; elles avoient été auſſi ſuſpendues par différens remèdes. Pendant les divers intervalles qui avoient ſéparé le temps où les attaques étoient plus ou moins fréquentes, la perſonne qui les avoit éprouvées avoit joui d'une bonne ſanté; mais, depuis quinze mois, elle étoit retombée dans ſon premier état. Sur la fin même, les accidens arrivoient plus de dix ou douze fois par jour, & quelquefois duroient pluſieurs minutes. Depuis dix-huit mois, les évacuations périodiques étoient dérangées, & n'avoient lieu que de deux en deux mois.

L'effet de l'aimant fut très prompt : la malade n'eut plus de convulſions, quoique dans la matinée & dans l'après-dinée elle en eut éprouvé plus de vingt fois. Le 16 Juin, les convulſions n'étoient point encore revenues, la malade ſe portoit mieux; elle ſentoit ſes forces & ſon appétit augmenter de jour en jour; elle dormoit un peu mieux pendant la nuit, & s'occupoit continuellement, pendant le jour, des travaux pénibles de la campagne, ſans en être incommodée; elle ſentoit cependant toujours un petit tiraillement dans l'intérieur du front. Elle rendoit quelquefois des vents comme auparavant; ſa reſpiration étoit un peu gênée lorſqu'ils s'échappoient, mais n'avoit jamais été ſuſpendue depuis l'application de l'aimant, ainſi que cela arrivoit très ſouvent auparavant.

chercher les rapports analogues des forces

Ces faits ont été atteſtés par le Curé du lieu, & il eſt à croire que le bien-être s'eſt ſoutenu, puiſque la malade n'a point demandé de nouveaux ſecours.

Une dame qui ſouffroit beaucoup des nerfs, preſque dans tout le corps, & dont la ſanté étoit ſi dérangée, qu'elle n'oſoit point tenter les remèdes intérieurs, s'eſt trouvée ſoulagée par le moyen d'un collier d'aimant, & l'application d'un aimant ſur le creux de l'eſtomac, ainſi qu'elle l'a écrit elle-même à M. l'Abbé le Noble.

Une malade ſouffroit, depuis ſix mois, des maux de nerfs qui lui donnoient des maux de gorge & d'eſtomac, au point que très ſouvent l'œſophage ſe fermoit preſque entièrement, & la mettoit dans une impoſſibilité preſque abſolue d'avaler même les liquides pendant à-peu-près la moitié de la journée : une fièvre épidémique s'étoit jointe aux accidens nerveux. On lui appliqua un collier & une ceinture d'aimans, ſuivant la méthode de M. l'Abbé le Noble. Huit ou dix heures après, la malade ſe trouva comme guérie, & ſe porta *paſſablement bien* pendant trois mois, au bout deſquels le Médecin, qui l'avoit traitée, certifia à M. l'Abbé le Noble la maladie & la guériſon. Ce même Médecin penſoit que les nerfs de cette Dame avoient été agacés par une humeur.

Une jeune Demoiſelle ayant eu, pendant plus de trois ans, des attaques d'épilepſie, qui avoient commencé à

magnétique & électrique, essayèrent de rap-

---

l'époque où les évacuations ont lieu, & ayant fait inutilement plusieurs remèdes conseillés par un Membre de la Société Royale de Médecine, eut recours aux aimans de M. l'Abbé le Noble, d'après l'avis du même Médecin; les attaques cessèrent bientôt, &, dix mois après leur cessation, sa mère écrivit au Médecin qui lui avoit conseillé les aimans de M. l'Abbé le Noble, pour lui annoncer la guérison de sa fille..

Une Dame souffroit, depuis plus de huit ans, des maux de nerfs qui avoient été souvent accompagnés d'accidens graves & fâcheux, de lassitudes, d'insomnies, de douleurs vives, de convulsions, d'évanouissemens, & sur-tout d'un accablement général, & d'une grande tristesse. Les aimans de M. l'Abbé le Noble l'ont guérie, & elle l'a attesté elle-même, un mois ou environ après, à M. l'Abbé le Noble; sa guérison s'étoit joujours soutenue.

Une Dame, qui étoit malade d'une épilepsie survenue à la suite d'une frayeur qu'elle avoit eue dans un temps critique, a certifié que, depuis quatre ans qu'elle porte des aimans de M. le Noble, elle a toujours été soulagée; que si divers événemens lui ont donné quelquefois des crises, elles ont été passagères & bien moins violentes que celles qu'elle avoit éprouvées, & qu'elle jouit habituellement d'un bien-être très marqué.

Trois femmes & un homme ont été guéris, par l'ap-

porter l'électricité qu'on venoit, en quelque

---

plication de l'aimant, de maux de nerfs, accompagnés de convulſions fortes, &c. trois ans ſe ſont écoulés depuis la guériſon d'une de ces femmes, & elle ſe porte encore très bien.

M. Picot, Médecin de la maiſon du Roi de Sardaigne, a certifié à M. l'Abbé le Noble, qu'il s'étoit ſervi de ſes aimans avec le plus grand ſuccès, pour procurer à une femme très délicate & d'une très grande ſenſibilité, des évacuations périodiques, dérangées ou ſupprimées, en partie, depuis plus de deux ans. Le même Médecin atteſte avoir eté guéri lui-même d'une migraine qui avoit réſiſté, pendant plus de huit ans, à tous les ſecours de l'art. Il demande, en conſéquence, à M. le Noble, qu'il établiſſe un dépôt de ſes aimans dans la ville de Turin.

Depuis plus de dix-huit mois, une Dame ne pouvoit prendre la plus légère nourriture, ſans que ſon eſtomac fût extrêmement fatigué. Elle reſſentoit des douleurs preſque continuelles, tantôt dans le côté droit, tantôt entre les deux épaules, & ſouvent dans la poitrine; elle éprouvoit tous les ſoirs, ſur la fin de ſa digeſtion, un étouffement ſubit, une tenſion générale, une inquiétude qui la forçoit à ceſſer toute occupation, à marcher, à aller à l'air, quelque froid qu'il fît, & à relâcher tous les cordons de ſon habit. Quinze jours après avoir employé les aimans de M. l'Abbé le Noble, elle fut entièrement guérie; & aucune douleur ni aucun accident n'étoient revenus ſix ſemaines après qu'elle eut commencé

forte, de découvrir, au magnétisme dont on

à les porter, ainsi qu'elle l'attesta elle-même à M. l'Abbé le Noble.

Une Dame a certifié elle-même qu'elle avoit souffert, pendant six jours, des douleurs très vives, occasionnées par un rhumatisme au bras gauche, dont elle avoit entièrement perdu l'usage; qu'elle avoit employé sans succès les remèdes ordinaires; qu'elle avoit eu recours aux plaques aimantées de M. l'Abbé le Noble, & que quatre jours après elle avoit été entièrement guérie.

Un homme, très digne de foi, a aussi certifié à M. l'Abbé le Noble, qu'il avoit été guéri, par l'application de ses aimans, d'un rhumatisme très douloureux, dont il souffroit depuis plusieurs années, & dont le siège étoit au bas de l'épine du dos. Près d'un an après, cet homme portoit toujours sur le bas du dos la plaque aimantée; les douleurs avoient disparu, & il ne sentoit plus que quelquefois un peu d'engourdissement lorsqu'il avoit été sédentaire pendant trop long-temps; mais il dissipoit cet engourdissement, en faisant quelques pas dans sa chambre.

Un homme malade d'une paralysie incomplète, souffrant dans toutes les parties du corps, & ayant tenté inutilement tous les remèdes connus, fut adressé, dans le mois de Septembre 1785, à M. l'Abbé le Noble, par un Membre de la Société de Médecine; on lui appliqua les aimans, &, au mois de Janvier 1786, il s'est très bien porté.

connoiſſoit, depuis long-tems, les grands

Une Dame qui ſouffroit, depuis vingt ans, des douleurs rhumatiſmales qui l'empêchoient de dormir & de marcher, étoit preſque entièrement guérie au mois de Février 1787.

Le nommé Boiſſel, garçon menuiſier, âgé de 50 ans, a eu recours à M. l'Abbé le Noble, le 9 Novembre 1786. Il y avoit dix mois qu'il éprouvoit de grandes douleurs dans les deux bras; le gauche étoit très enflé & enflammé, il lui étoit impoſſible de l'étendre, & la douleur ſe communiquoit à la poitrine, à l'eſtomac & aux côtés, & même juſqu'aux jambes, dont il ne pouvoit faire uſage qu'à l'aide d'une béquille; on étoit obligé de le porter dans ſon lit, où il reſſentoit encore les mêmes douleurs; il avoit été trois mois à l'Hôtel-Dieu, & il y en avoit deux qu'il en étoit ſorti ſans y avoir éprouvé le plus léger ſoulagement. Mais, après l'application des aimans de M. l'Abbé le Noble, le 9 Novembre, les mouvemens dans les jambes, ainſi que dans les bras, ſont devenus libres; le 19 dudit mois, il ſe promenoit dans ſa chambre, & voyant la facilité avec laquelle il marchoit, il crut qu'il pourroit ſortir ſans aucun riſque.

En effet, il a été, ce jour-là, à quelque diſtance de ſon domicile, & le lendemain 20, il eſt venu de la rue neuve Saint-Martin, où il demeure, à la rue Saint-Thomas-du-Louvre. Les douleurs étoient encore vives dans les jambes, quoique les mouvemens fuſſent libres; mais elles ſe ſont diſſipées par degrés, & ont ceſſé le 15 Février. Il s'eſt établi ſous les aimans, à la cheville des pieds & ſous les jarretières, des eſpèces de petits cau-

phénomènes (*b*). Des Physiciens récens ont, avec plus de fondement, attribué ce même magnétisme à l'électricité qu'ils connoissoient mieux; mais ni les uns ni les autres n'ont fait assez d'attention aux différences de l'action de ces deux forces, dont nous venons d'exposer les relations analogues, & qui néanmoins diffèrent par plusieurs rapports, & notamment par les directions particulières que ces forces suivent, ou qu'elles prennent d'elles-mêmes. Car la direction du magnétisme se combine avec le gissement des continens, & se détermine par la position particulière des mines de fer & d'aimant, des chaînes de laves, de basaltes, & de toutes les matières ferrugineuses qui ont subi l'action du feu; & c'est par cette raison que la force magnétique a autant de différentes directions, qu'il y a de poles magnétiques sur le globe; au lieu que la direction de l'électricité ne varie point, & se porte constamment de l'équateur aux deux poles terrestres. Les glaces, qui recouvrent les régions polaires des deux hémisphères du globe, doivent déterminer puissamment le

---

tères qui rendoient une humeur épaisse & gluante. Les jambes, qui étoient considérablement enflées, sont maintenant, au mois de Mars 1787, dans l'état naturel; il marche très bien, & jouit d'une bonne santé.

(*b*) Le père Berault, jésuite, auteur d'une Dissertation couronnée par l'Académie de Bordeaux, a soupçonné le premier, que les forces magnétiques & électriques pouvoient être identiques.

fluide électrique vers ces régions polaires où il manque, & vers lesquelles il doit se porter, pour obéir aux loix générales de l'équilibre des fluides, au lieu que la glace n'influe pas sur le magnétisme, qui ne reçoit d'inflexions que par son rapport particulier avec les masses de l'aimant & du fer.

De plus, il n'y a de rapports semblables & bien marqués, qu'entre les aimans & les corps *electriques par eux-mêmes*, & l'on ne connoît point de substances sur lesquelles le magnétisme produise des effets pareils à ceux que l'électricité produit sur les substances qui ne peuvent être électrisées que par communication. D'ailleurs le magnétisme ne se communique pas de la même manière que l'électricité dans beaucoup de circonstances, puisque la communication du magnétisme ne diminue pas la force des aimans, tandis que la communication de l'électricité détruit la vertu des corps qui la produisent.

On peut donc dire que tous les effets magnétiques ont leurs analogues dans les phénomènes de l'électricité; mais on doit convenir, en même-tems, que tous les phénomènes électriques n'ont pas de même tous leurs analogues dans les effets magnétiques; ainsi, nous ne pouvons plus douter que la force particulière du magnétisme, ne dépende de la force générale de l'électricité, & que tous les effets de l'aimant ne soient des modifications de cette force électrique (*c*). Et ne pou-

---

(*c*) Notre opinion est confirmée par les preuves répandues dans une dissertation de M. Epinus, lue à l'Aca-

vons-nous pas considérer l'aimant comme un corps perpétuellement électrique, quoiqu'il ne possède l'électricité que d'une manière particulière, à laquelle on a donné le nom de magnétisme ? La nature des matières ferrugineuses, par son affinité avec la substance du feu, est assez puissante pour fléchir la direction du cours de l'électricité générale, & même pour en ralentir le mouvement, en le déterminant vers la surface de l'aimant. La lenteur de l'action magnétique, en comparaison de la violente rapidité des chocs électriques, nous représente en effet un fluide, qui, tout actif qu'il est, semble néanmoins être ralenti, suspendu &, pour ainsi dire, assoupi dans son cours.

Ainsi, je le répète, les principaux effets du magnétisme se rapprochent, par une analogie marquée, de ceux de l'électricité, & le grand rapport de la direction générale & commune des forces électrique & magnétique, de l'équateur aux deux poles, les réunit encore de plus près, & semble même les identifier (*d*).

---

démie de Saint-Pétersbourg ; ce Physicien y a fait voir, que les effets de l'électricité & du magnétisme, non-seulement ont du rapport dans quelques points, mais qu'ils sont encore semblables dans un très grand nombre de circonstances des plus essentielles ; en sorte, dit-il, qu'il n'est presque pas à douter que la Nature n'emploie à peu-près les mêmes moyens pour produire l'une & l'autre force.

(*d*) M. le Comte de Tressan a pensé, comme nous,

Si la vertu magnétique étoit un force résidente dans le fer ou dans l'aimant, & qui leur fût inhérente & propre, on ne pourroit la trouver ou la prendre que dans l'aimant même, ou dans le fer actuellement aimanté; & il ne seroit pas possible de l'exciter, ou de la produire par un autre moyen; mais la percussion, le frottement, & même la seule exposition aux impressions de l'atmosphère, suffisent pour donner au fer cette vertu magnétique; preuve évidente qu'elle dépend d'une force extérieure

---

que le magnétisme n'étoit qu'une modification de l'électricité. Voyez son Ouvrage, qui a pour titre : *Essai sur le Fluide électrique, considéré comme agent universel*; mais notre théorie n'en diffère pas moins de son opinion. L'hypothèse de ce Physicien est ingénieuse, suppose beaucoup de connoissances & de recherches; il présente des expériences intéressantes, de bonnes vues & des vérités importantes, mais cependant on ne peut admettre sa théorie. Elle consiste principalement à expliquer le mécanisme de l'univers, & tous les effets de l'attraction, par le moyen du fluide électrique. Mais l'action impulsive d'aucun fluide ne peut exister que par le moyen de l'élasticité, & l'élasticité n'est elle-même qu'un effet de de l'attraction, ainsi que nous l'avons ci-devant démontré. On ne fera donc que reculer la question, au lieu de la résoudre, toutes les fois qu'on voudra expliquer l'attraction par l'impulsion, dont les phénomènes sont tous dépendans de la gravitation universelle On peut consulter à ce sujet, l'article intitulé de l'Attraction, du premier volume de la Physique générale & particulière de M. le Comte de la Cépède.

qui s'applique, ou plutôt flotte à sa surface, & se renouvelle sans cesse.

En considérant les phénomènes de la direction de l'aimant, on voit que les forces qui produisent & maintiennent cette direction, se portent généralement de l'équateur aux poles terrestres, avec des variations dont les unes ne sont qu'alternatives d'un jour à l'autre, & s'opèrent par des oscillations momentanées & passagères, produites par les variations de l'état de l'air, soit par la chaleur ou le froid, soit par les vents, les orages, les aurores boréales; les autres sont des variations en déclinaison & en inclinaison, dont les causes, quoique également accidentelles, sont plus constantes, & dont les effets ne s'opèrent qu'en beaucoup plus de tems; & tous ces effets sont subordonnés à la cause générale, qui détermine la direction de la force électrique de l'équateur vers les poles.

En examinant attentivement les inflexions que la direction générale de l'électricité & du magnétisme éprouve de toutes ces causes particulières, on reconnoît, d'après les observations récentes & anciennes, que les grandes variations du magnétisme ont une marche progressive du nord à l'est ou à l'ouest, dans certaines périodes de tems, & que la force magnétique a, dans sa direction, differens points de tendance ou de détermination, que l'on doit regarder comme autant de poles magnétiques vers lesquels, selon le plus ou moins de proximité, se fléchit la direction de la force générale, qui tend de l'équateur aux deux poles du globe.

Ce mouvement en déclinaison, ne s'opère que lentement; & cette déclinaison paroissant être assez constante pendant quelques années, on peut regarder les observations, faites depuis douze à quinze ans, comme autant de déterminations assez justes de la position des lieux où elles ont été faites. Je joins ici les tables de ces observations, & j'en ai rédigé les principaux résultats en cartes magnétiques, qui pourront être très-utiles à la navigation, si la déclinaison n'a que peu ou point changé depuis douze à quinze ans; ces tables donneront connoissance aux Navigateurs de tous les points où cette déclinaison a été récemment observée, & par conséquent de tous les lieux relatifs à ces observations.

On doit réunir aux phénomènes de la déclinaison de l'aimant, ceux de son inclinaison; ils nous démontrent que la force magnétique prend, à mesure que l'on approche des poles, une tendance de plus en plus approchante de la perpendiculaire à la surface du globe, & cette inclinaison, quoiqu'un peu modifiée par la proximité des poles magnétiques, qui détermine la déclinaison, nous paroîtra cependant beaucoup moins irréguliere dans sa marche progressive vers les poles terrestres, & plus constante que la déclinaison dans les mêmes lieux, en différens temps.

Pour se former une idée nette de cette inclinaison de l'aimant, il faut se représenter la figure de la terre, renflée sous l'équateur & baissée sous les poles, ce qui fait une courbure, dont les degrés ne sont point tous

égaux, comme ceux d'une ſphère parfaite; il faut en même-temps concevoir que le mouvement qui tend de l'équateur aux poles, doit ſuivre cette courbure, & que par conſéquent ſa direction n'eſt pas ſimplement horizontale, mais toujours inclinée de plus en plus, en partant de l'équateur pour arriver aux poles.

Cette inclinaiſon de l'aimant ou de l'aiguille aimantée, démontre donc évidemment que la force qui produit ce mouvement, ſuit la courbure de la ſurface du globe, de l'équateur dont elle part, juſqu'aux poles où elle arrive; ſi l'inclinaiſon de l'aiguille n'étoit pas dérangée par l'action des poles magnétiques, elle ſeroit donc toujours très petite ou nulle dans les régions voiſines de l'équateur, & très grande ou complète, c'eſt-à-dire, de 90 degrés dans les parties polaires.

En recherchant quel peut être le nombre des poles magnétiques, actuellement exiſtans ſur le globe, nous trouverons qu'il doit y en avoir deux dans chaque hémiſphère; &, de fait, les obſervations des Navigateurs prouvent qu'il y a ſur la ſurface du globe trois eſpaces plus ou moins étendus, trois bandes plus ou moins larges, dans leſquelles l'aiguille aimantée ſe dirige vers le nord, ſans décliner d'aucun côté. Or une bande, ſans déclinaiſon, ne peut exiſter que dans deux circonſtances; la premiere, lorſque cette bande ſuit la direction du pole magnétique au pole terreſtre; la ſeconde, lorſque cette bande ſe trouve à une diſtance de deux ou pluſieurs poles

poles magnétiques, telle que les forces de ces poles ſe compenſent & ſe détruiſent mutuellement. Car, dans ces deux cas, le courant magnétique ne peut que ſuivre le courant général du fluide électrique & ſe diriger vers le pole terreſtre; & l'aiguille aimantée ne déclinera dès-lors d'aucun côté. D'après cette conſidération, on pourra voir aiſément, en jetant les yeux ſur un globe terreſtre, qu'un pole magnétique ne peut produire dans un hémiſphère que deux bandes ſans déclinaiſon, ſéparées l'une de l'autre par la moitié de la circonférence du globe. S'il y a deux poles magnétiques, l'on pourra obſerver quatre bandes ſans déclinaiſon, chaque pole pouvant en produire deux par ſon action particuliere; mais alors ces quatre bandes ne ſeront pas placées ſur la même ligne que les poles magnétiques & le pole de la terre; elles ſeront aux endroits où les puiſſances des deux poles magnétiques ſeront combinées avec leurs diſtances, de maniere à ſe détruire. Ainſi, une & deux bandes ſans déclinaiſon ne ſuppoſent qu'un ſeul pole magnétique; trois & quatre bandes ſans déclinaiſon en ſuppoſent deux; & s'il ſe trouvoit ſur le globe cinq ou ſix bandes ſans déclinaiſon, elles indiqueroient trois poles magnétiques dans chaque hémiſphère. Mais, juſqu'à ce jour, l'on n'a reconnu que trois bandes ſans déclinaiſon, leſquelles s'étendent toutes trois dans les deux hémiſphères; nous ſommes par conſéquent fondés à n'admettre aujourd'hui que deux poles magnétiques, dans l'hémiſphère boréal, & deux autres

dans l'hémisphère austral; & si l'on connoissoit exactement la position & le nombre de ces poles magnétiques, on pourroit bientôt parvenir à se guider sur les mers sans erreur.

On a tort de dire que les hommes donnent trop à la vaine curiosité ; c'est aux besoins, à la nécessité, que les Sciences & les Arts doivent leur naissance & leurs progrès. Pourquoi trouvons-nous les observations magnétiques si multipliées sur les mers, & en si petit nombre sur les continens? C'est que ces observations ne sont pas nécessaires pour voyager sur terre, mais que les Navigateurs ne peuvent s'en passer; néanmoins il seroit très utile de les multiplier sur terre; ce qui d'ailleurs seroit plus facile que sur mer. Sans ce travail, auquel on doit inviter les Physiciens de tous pays, on ne pourra jamais former une théorie complète sur les grandes variations de l'aiguille aimantée, ni par conséquent établir une pratique certaine & précise, sur l'usage que les marins peuvent faire de leurs différentes boussoles. Cependant, en s'occupant à compléter les tables des observations, on pourra faire des cartes magnétiques, plus étendues que celles que nous publions aujourd'hui, & qui indiqueroient aux Navigateurs leur situation plus précisément qu'on ne l'a fait jusqu'ici par aucune autre méthode.

Les effets du magnétisme se manifestent ou du moins peuvent se reconnoître dans toutes les parties du globe, & par tout où l'on veut les exciter ou les produire; la

force électrique, toujours présente, semble n'attendre pour agir & pour produire la vertu magnétique, que d'y être déterminée par la combinaison des moyens de l'art, ou par les combinaisons plus grandes de la Nature; &, malgré ses variations, le magnétisme est encore assujetti à la loi générale qui porte & dirige la marche du fluide électrique vers les poles de la terre.

Si les forces magnétique & électrique étoient simples, comme celle de la gravitation, elles ne produiroient aucun mouvement composé; la direction en seroit toujours droite, sans déclinaison ni inclinaison, & tous les effets en seroient aussi constans qu'ils sont variables.

L'attraction, la répulsion de l'aimant, son mouvement, tant en déclinaison qu'en inclinaison, démontrent donc que l'effet de cette force magnétique est un mouvement composé, une impulsion différemment dirigée; & cette force magnétique agissant, tantôt en plus, tantôt en moins, comme la forme électrique, & se dirigeant de même de l'équateur aux deux poles, pouvons-nous douter que le magnétisme ne soit une modification, une affection particulière de l'électricité, sans laquelle il n'existeroit pas ?

Les effets de cette force magnétique, étant moins généraux que ceux de l'électricité, peuvent montrer plus aisément la direction de cette force électrique. Cette direction, vers les poles, nous est démontrée en effet par celle de l'aiguille aimantée, qui s'incline de plus en plus, & en sens contraire, vers

les poles terrestres. Et ce qui prouve encore que le magnétisme n'est qu'un effet de cette force électrique, qui s'étend de l'équateur aux poles, c'est que des barres de fer ou d'acier, placées dans la direction de ce grand courant, acquièrent, avec le temps, une vertu magnétique plus ou moins sensible, qu'elles n'obtiennent qu'avec peine, & qu'elles ne reçoivent même en aucune manière, lorsqu'elles sont situées dans un plan trop éloigné de la direction, tant en déclinaison qu'en inclinaison, du grand courant électrique. Ce courant général, qui part de l'équateur pour se rendre aux poles, est souvent troublé par des courans particuliers, dépendans de causes locales & accidentelles. Lorsque, par exemple, le fluide électrique a été accumulé par diverses circonstances, dans certaines portions de l'intérieur du globe, il se porte avec plus ou moins de violence, de ces parties où il abonde, vers les endroits où il manque. Il produit ainsi des foudres souterraines, des commotions plus ou moins fortes, des tremblemens de terre plus ou moins étendus. Il se forme alors, non-seulement dans l'intérieur, mais même à la surface des terrains remués par ces secousses, un courant électrique qui suit la même direction que la commotion souterraine, & cette force accidentelle se manifeste par la vertu magnétique que reçoivent des barres de fer ou d'acier, placées dans le même sens que ce courant passager & local. L'action de cette force particulière peut être, non-seulement égale, mais même supérieure à celle

de l'électricité générale qui va de l'équateur aux poles. Si l'on place en effet des barres de fer, les unes dans le sens du courant général de l'équateur aux poles, & les autres dans la direction du courant particulier, dépendant de l'accumulation du fluide électrique dans l'intérieur du globe, & qui produit le tremblement de terre; ce dernier courant, dont l'effet est cependant instantané & ne doit guère durer plus long-temps que les foudres souterraines qui les produisent, donne la vertu magnétique aux barres qui se trouvent dans sa direction, quelqu'angle qu'elles fassent avec le méridien magnétique, tandis que des barres entièrement semblables, & situées depuis très long-temps dans le sens de ce méridien, ne présentent aucun signe de la plus foible aimantation (*e*).

(*e*) Ces faits ont été mis hors de doute par des expériences qui ont été faites par M. de Rozière, Capitaine au Corps-Royal du Génie. » J'ai placé, dit cet habile Physicien, le 4 Juillet 1784, dans mon cabinet, deux barres d'acier brut, telles que les reçoivent les marchands Couteliers pour leur travail, chacune de deux pieds de longueur, de dix lignes de largeur & de trois lignes d'épaisseur, sur des cordons de soie, suspendus de manière qu'elles fussent horizontales & éloignées de six pieds de tous les corps environnans, l'une dans la direction de l'est à l'ouest, & l'autre dans le méridien magnétique; m'étant assuré avant d'isoler ces barres, comme à l'ordinaire, qu'elles n'avoient aucune vertu magnétique, & desirant savoir s'il seroit possible, avec

Ce dernier fait, qui est important, démontre le rapport immédiat du magnétisme & de l'électricité, & prouve en même temps que le fluide électrique est non-seulement la cause de la plupart des tremblemens de terre, mais qu'il produit aussi l'aimantation de toutes les matières ferrugineuses sur lesquelles il exerce son action.

Rassemblant donc tous les rapports entre les phénomènes, toutes les convenances entre

---

le temps & les procédés simples que je viens de désigner, de la leur faire acquérir, j'ai, pour cet effet, répété chaque jour les expériences nécessaires pour m'en assurer, sans en avoir rien découvert de nouveau, que le 15 Octobre 1784, jour remarquable, dans lequel je fus singulièrement étonné en réitérant les expériences que j'avois faites précédemment, & même ledit jour, entre huit & neuf heures du matin, de voir la barre placée dans la direction de l'est à l'ouest, attirer très sensiblement, par ses deux bouts, la même limaille de fer que j'avois depuis long-temps employée sans succès; voulant alors m'assurer plus particulièrement de ce phénomène, j'assayai de lui présenter de fines aiguilles d'acier, que j'avois vérifiées n'avoir aucune des propriétés de l'aimant; elles furent, ainsi que la limaille, attirées visiblement; je répétai la chose plusieurs fois de suite, en changeant les aiguilles; malgré cela, j'obtins constamment le même résultat, & je parvins enfin à en faire porter de très légères par le bout de la barre, tourné du côté de l'ouest; le bout opposé me parut un peu moins fort; mais la différence étoit si petite, qu'il falloit apporter la plus grande attention pour s'en appercevoir.

les principaux effets du magnétiſme & de l'électricité, il me ſemble qu'on ne peut pas ſe refuſer à croire qu'ils ſont produits par une ſeule & même cauſe, & je ſuis perſuadé que ſi on réflechit ſur la théorie que je viens d'expoſer, on en reconnoîtra clairement l'identité. Simplifier les cauſes, & généraliſer les effets, doit être le but du Phyſicien, & c'eſt auſſi tout ce que peut le génie, aidé de l'expérience, & guidé par les obſervations.

Depuis cette époque, cette barre a conſtamment conſervé la vertu magnétique qu'elle poſsède encore aujourd'hui, 6 Octobre 1786, au même degré d'intenſité; ce dont je juge par le poids qu'elle ſoutient, &c. &c.

Il eſt néceſſaire de faire obſerver que le bout de la barre tourné vers l'oueſt, formoit & forme encore aujourd'hui le pole boréal, & celui oppoſé le pole auſtral, ce qui eſt parrfaitement démontré par les pointes qu'ils attirent des aiguilles de mes bouſſoles. Mais ce qu'il eſt ſur-tout eſſentiel de faire remarquer, c'eſt que la barre, placée dans la direction du méridien magnétique, eſt abſolument dans le même état que le premier jour où elle a été miſe en expérience, c'eſt-à-dire, qu'elle n'a pas donné, juſqu'à préſent, le plus léger ſigne qu'elle fût devenue magnétique; ces deux barres n'on point été déplacées depuis le premier jour qu'elles ont été miſes en expérience.

Le 15 Octobre 1784, à midi & quelques minutes, j'étois occupé à écrire dans mon cabinet, ſitué au deuxième étage, ayant deux fenêtres du côté de l'oueſt, qui étoient ouvertes, ainſi qu'une porte placée à l'eſt; ce qui formoit dans mon cabinet un courant d'air. Le vent étoit nord,

Or, nous ſommes aujourd'hui bien aſſurés que le globe terreſtre a une chaleur qui lui eſt propre, & qui s'exhale inceſſamment par des émanations perpendiculaires à ſa ſurface; nous ſavons que ces émanations ſont conſtantes, très-abondantes dans les régions voiſines de l'équateur, & preſque nulles dans les climats froids. Ne doivent-elles pas dès-lors ſe porter de l'équateur aux deux poles par des courans oppoſés? & comme l'hémiſphère auſtral

---

& l'air preſque calme; le baromètre à 27 pouces 4 lignes & demie, le thermomèrre à 10 degrés au-deſſus du terme de la congellation, le ciel ſerein, lorſque j'entendis un bruit ſourd, aſſez ſemblable à celui d'une voiture fortement chargée, roulant ſur le pavé; au même inſtant, le plancher ſupérieur de mon cabinet, & celui de ma chambre, craquèrent avec violence, & je me ſentis balancer deux ou trois fois ſur ma chaiſe aſſez rudement. Je puis certifier, par la manière dont j'étois placé, & d'après le mouvement d'oſcillation que j'ai éprouvé, que les ſecouſſes de ce tremblement de terre ont duré environ trois à quatre ſecondes, & qu'elles ſuivoient la direction de l'eſt à l'oueſt; ce qui d'ailleurs m'a été confirmé par deux autres faits qui ſe ſont paſſés ſous mes yeux. Il eſt bon d'obſerver, que les derniers jours qui ont précédé celui du tremblement de terre, ont été beaux, le vent étant au nord; que le lendemain dudit jour, il y eut un brouillard très conſidérable, qui fut le dernier de l'automne; il dura pluſieurs heures de la matinée, après quoi le temps redevint ſerein, & continua ainſi pendant pluſieurs jours ». *Extrait d'une Lettre de M. de Rozière à M. le Comte de Buffon, du 14 Décembre 1786.*

eſt

eſt plus refroidi que le boréal, qu'il préſente à la ſurface une plus grande étendue de plages glacées, & qu'il eſt expoſé pendant quelques jours de moins à l'action du ſoleil (*f*), les émanations de la chaleur, qui forment les courans électriques & magnétiques, doivent s'y porter en plus grande quantité que dans l'hémiſphère boréal. Les poles magnétiques boréaux du globe, ſont dès-lors moins puiſſans que les poles magnétiques auſtraux. C'eſt l'oppoſé de ce qu'on obſerve dans les aimans, tant naturels qu'artificiels, dont le pole boréal eſt plus fort que le pole auſtral, ainſi que nous le prouverons dans les articles ſuivans; & comme c'eſt un effet conſtant du magnétiſme, que les poles ſemblables ſe repouſſent, & que les poles différens s'attirent, il n'eſt point ſurprenant que, dans quelque hémiſphère qu'on tranſporte l'aiguille aimantée, ſon pole nord ſe dirige vers le pole boréal du globe, dont il diffère par la quantité de ſa force, quoiqu'il porte le même nom, & qu'également ſon pole ſud ſe tourne toujours vers le pole auſtral de la terre, dont la force diffère auſſi, par ſa quantité, de celle du pole auſtral de l'aiguille aimantée. L'on verra donc aiſément comment, par une ſuite de l'inégalité des deux courans électriques, l'aiguille aimantée, qui marque les déclinaiſons, ſe tourne toujours vers le pole nord du globe, dans quelque hémiſphère qu'elle ſoit placée, tandis qu'au contraire

(*f*) Voyez les Epoques de la Nature.

l'aiguille qui marque l'inclinaiſon de l'aimant ; s'incline vers le nord dans l'hémiſphère boréal, & vers le pole ſud dans l'hémiſphère auſtral, pour obéir à la force générale, qui va de l'équateur aux deux poles terreſtres, en ſuivant la courbure du globe, de même que les particules de limaille de fer, répandues ſur un aimant, s'inclinent vers l'un ou l'autre des deux poles de cet aimant, ſuivant qu'elles en ſont plus voiſines, ou que l'un des poles a plus de ſupériorité ſur l'autre. Ces phénomènes, dont l'explication a toujours paru difficile, ſont de nouvelles preuves de notre théorie, & montrent ſa liaiſon avec les grands faits de l'hiſtoire du globe.

Voilà donc les deux phénomènes de la direction aux poles, & de l'inclinaiſon à l'horizon, ramenés à une cauſe ſimple, dont les effets ſeroient toujours les mêmes ſi tous les êtres organiſés, & toutes les matières brutes, recevoient également les influences de cette force. Mais, dans les êtres vivans, la quantité de l'électricité qu'ils poſſèdent, ou qu'ils peuvent recevoir, eſt relative à leur organiſation; & il s'en trouve qui, comme la torpille, non-ſeulement la reçoivent, mais ſemblent l'attirer, au point de former une ſphère particulière d'électricité, combinée avec la vertu magnétique; comme auſſi, dans les matières brutes, le fer ſe fait une ſphère particulière d'électricité, à laquelle on a donné le nom de magnétiſme; & enfin, s'il exiſtoit des corps auſſi électriques que la torpille, & en aſſez grande quantité pour former de grandes maſſes, auſſi conſidérables que celles des mines de fer en

différens endroits du globe, n'eſt-il pas plus que probable, que le cours de l'électricité générale ſe fléchiroit vers ces maſſes électriques, comme elle ſe fléchit vers les grandes maſſes ferrugineuſes qui ſont à la ſurface du globe, & qu'elles produiroient les inflections de cette force électrique ou magnétique, en la déterminant à ſe porter vers ces ſphères particulières d'attraction, comme vers autant de poles électriques plus ou moins éloignés des poles terreſtres, ſelon le giſſement des continens & la ſituation de ces maſſes électriques ?

Et comme la ſituation des poles magnétiques peut changer & change réellement, tant par les travaux de l'homme, leſquels peuvent enfouir ou découvrir les matières ferrugineuſes, que par les grands mouvemens de la Nature dans les tremblemens de terre & dans la production des baſaltes & des laves, qui tous ſont magnétiques, on ne doit pas être ſi fort émerveillé du mouvement de l'aiguille aimantée vers l'oueſt, ou vers l'eſt; car ſa direction doit varier & changer, ſelon qu'il ſe forme de nouvelles chaînes de baſaltes & de laves, & qu'il ſe découvre de nouvelles mines, dont l'action favoriſe ou contrarie celle des mines plus anciennes.

Par exemple, la déclinaiſon de l'aiguille, à Paris, étoit, en 1580, de onze degrés à l'eſt. Le pole magnétique, c'eſt-à-dire, les maſſes ferrugineuſes & magnétiques qui le formoient, étoient donc ſituées dans le nord de l'Europe, & peut-être en Sibérie; mais comme depuis cette année 1580 l'on a commencé à défricher quelques terrains dans l'Amérique ſeptentrio-

nole, & qu'on a découvert & travaillé des mines de fer en Canada, & dans plusieurs autres parties de cette région de l'Amériqne, l'aiguille s'est peu-à-peu portée vers l'ouest, par l'attraction de ces mines nouvelles, plus puissante que celle des anciennes; & ce mouvement progressif de l'aiguille pourroit devenir rétrograde, s'il se découvroit dans le nord de l'Europe & de l'Asie d'autres grandes masses ferrugineuses, qui, par leur exposition à l'air & leur aimantation, deviendroient bientôt des poles magnétiques aussi & peut-être plus puissans que celui qui détermine aujourd'hui la déclinaison de l'aiguille vers le nord de l'Amérique, & dont l'existence est prouvée par les observations.

Parmi ces causes toutes accidentelles, qui doivent faire changer la direction de l'aimant, l'on doit compter comme l'une des plus puissantes, l'éruption des volcans, & les torrens de laves & de basaltes, dont la substance est toujours mêlée de beaucoup de fer. Ces laves & ces basaltes occupent souvent de très-grandes étendues à la surface de la terre, & doivent par conséquent influer sur la direction de l'aimant; en sorte qu'un volcan qui, par ses éjections, produit souvent de longues chaînes de collines composées de laves & de basaltes, forme, pour ainsi dire, de nouvelles mines de fer, dont l'action doit seconder ou contrarier l'effet des autres mines sur la direction de l'aimant.

Nous pouvons même assurer que ces basaltes peuvent former, non seulement de nouvelles mines de fer, mais aussi de véritables masses

d'aimant, car leurs colonnes ont ſouvent des poles bien décidés d'attraction & de répulſion. Par exemple, les colonnades de baſalte des bords de la Volane, près de Val en Vivarais, ainſi que celles de la montagne de Chenavari, près de Rochemaure, qui ont plus de douze pieds de hauteur, préſentent pluſieurs colonnes douées de cette vertu magnétique, laquelle peut leur avoir été communiquée par les foudres électriques, ou par le magnétiſme général du globe (*g*).

Il en eſt de même des tremblemens de terre, & des bouleverſemens que produiſent leurs mouvemens ſubits & déſaſtreux; ce ſont les foudres de l'électricité ſouterraine, dont les coups frappent & ſoulèvent par ſecouſſes de grandes portions de terre, & dès-lors toute la matière ferrugineuſe, qui ſe trouve dans cette grande étendue, devient magnétique par l'action de cette foudre électrique; ce qui produit encore de nouvelles mines attirables à l'aimant, dans les lieux où il n'exiſtoit auparavant que du fer en rouille, en ocre, & qui, dans cet état, n'étoit point magnétique.

Les grands incendies des forêts produiſent auſſi une quantité conſidérable de matière ferrugineuſe & magnétique. La plus grande partie des terres du nouveau monde étoient, non-ſeulement couvertes, mais encore encombrées de bois morts ou vivans, auxquels on a mis le feu pour donner du jour, & rendre la terre

(*g*) Note communiquée par M. Faujas de Saint-Fond.

ſuſceptible de culture. Et c'eſt ſur-tout dans l'Amérique ſeptentrionale que l'on a brûlé, & que l'on brûle encore ces immenſes forêts dans une vaſte étendue; & cette cauſe particulière peut avoir influé ſur la déclinaiſon vers l'oueſt, de l'aimant en Europe.

On ne doit donc regarder la déclinaiſon de l'aimant que comme un effet purement accidentel, & le magnétiſme comme un produit particulier de l'électricité du globe. Nous allons expoſer en détail tous les faits qui ont rapport aux phénomènes de l'aimant, & l'on verra qu'aucun ne démentira la vérité de cette aſſertion.



ARTICLE II.

De la nature & de la formation de l'Aimant.

L'AIMANT n'eſt qu'un minéral ferrugineux, qui a ſubi l'action du feu, & enſuite a reçu, par l'électricité générale du globe terreſtre, ſon magnétiſme particulier. L'aimant primordial eſt une mine de fer en roche vitreuſe, qui ne diffère des autres mines de fer produites par le feu primitif, qu'en ce qu'elle attire puiſſamment les autres matières ferrugineuſes, qui ont de même ſubi l'action du feu. Ces mines de l'aimant primordial, ſont moins fuſibles que les autres mines primitives de fer; elles approchent de la nature du régule de ce métal, & c'eſt par cette raiſon qu'elles ſont plus difficiles à fondre; l'aimant primordial a donc ſouffert une plus violente ou plus longue impreſſion du feu primitif, que les autres mines de fer, & il a en même-tems acquis la vertu magnétique par l'action de la force, qui, dès le commencement, a produit l'électricité du globe.

Cet aimant de première formation a communiqué ſa vertu aux matières ferrugineuſes qui l'environnoient; il a même formé de nouveaux aimans, par le mélange de ſes débris avec d'autres matières, & ces aimans de ſeconde formation ne ſont auſſi que des minéraux ferrugineux, provenans des détrimens du fer en

état métallique, & qui ſont devenus magnétiques par la ſeule expoſition à l'action de l'électricité générale. Et comme le fer qui demeure long-tems dans la même ſituation acquiert toutes les propriétés du véritable aimant, ou peut dire que l'aimant & le fer ne ſont au fonds que la même ſubſtance, qui peut également prendre du magnétiſme à l'excluſion de toutes les autres matières minérales, puiſque cette même propriété magnétique ne ſe trouve dans aucun autre métal, ni dans aucune autre matière vitreuſe ou calcaire. L'aimant de première formation eſt une fonte ou régule de fer, mêlé d'une matière vitreuſe, pareille à celle des autres mines primordiales de fer; mais, dans les aimans de ſeconde formation, il s'en trouve dont la matière pierreuſe eſt calcaire ou mêlangée d'autres ſubſtances hétérogènes. Ces aimans ſecondaires varient plus que les premiers, par la couleur, la peſanteur, & par la quantité de force magnétique.

Mais cette matière vitreuſe ou calcaire des différentes pierres d'aimant, n'eſt nullement ſuſceptible de magnétiſme, & ce n'eſt qu'aux parties ferrugineuſes contenues dans ces pierres, qu'on doit attribuer cette propriété; & dans toute pierre d'aimant, vitreuſe ou calcaire, la force magnétique eſt d'autant plus grande, que la pierre contient plus de parties ferrugineuſes ſous le même volume, en ſorte que les meilleurs aimans ſont ceux qui ſont les plus peſans : c'eſt par cette raiſon qu'on peut donner au fer, & mieux encore à l'acier, comme plus peſant que le fer, une force ma-

gnétique encore plus grande que celle de la pierre d'aimant, parce que l'acier ne contient que peu ou point de particules terreuſes, & qu'il eſt preſqu'uniquement composé de parties ferrugineuſes réunies enſemble ſous le plus petit volume, c'eſt-à-dire, d'auſſi près qu'il eſt poſſible.

Ce qui démontre l'affinité générale entre le magnétiſme & toutes les mines de fer qui ont ſubi l'action du feu primitif, c'eſt que toutes ces mines ſont attirables à l'aimant, que réciproquement elles attirent, au lieu que les mines de fer en rouille, en ocre & en grains, formées poſtérieurement par l'intermède de l'eau, ont perdu cette propriété magnétique, & ne la reprennent qu'après avoir ſubi de nouveau l'action du feu. Il en eſt de même de tour nos fers & de nos aciers; c'eſt parce qu'ils ont, comme les mines primitives, ſubi l'action d'un feu violent, qu'ils ſont attirables à l'aimant. Ils ont donc, comme les mines primordiales de fer, un magnétiſme paſſif que l'on peut rendre actif, ſoit par le contact de l'aimant, ſoit par la ſimple expoſition à l'impreſſion de l'électricité générale.

Pour bien entendre comment s'eſt opérée la formation des premiers aimans, il ſuffit de conſidérer que toute matière ferrugineuſe qui a ſubi l'action du feu, & qui demeure quelque temps expoſée à l'air dans la même ſituation, acquiert le magnétiſme & devient un véritable aimant; ainſi, dès les premiers tems de l'établiſſement des mines primordiales de fer, toutes les parties extérieures de ces maſſes, qui étoient expoſées à l'air & qui ſont demeu-

rées dans la même ſituation, auront reçu la vertu magnétique par la cauſe générale qui produit le magnétiſme du globe, tandis que toutes les parties de ces mêmes mines qui n'étoient pas expoſees à l'action de l'atmoſphère, n'ont point acquis cette vertu magnétique; il s'eſt donc formé dès-lors, & il peut encore ſe former des aimans ſur les ſommets & les faces découvertes des mines de fer, & dans toutes les parties de ces mines qui ſont expoſées à l'action de l'atmoſphère.

Ainſi, les mines d'aimant ne ſont que des mines de fer qui ſe ſont aimantées par l'action de l'électricité générale; elles ne ſont pas à beaucoup près en auſſi grandes maſſes que celles de fer, parce qu'il n'y a que les parties découvertes de ces mines qui aient pu recevoir la vertu magnétique; les mines d'aimant ne doivent donc ſe trouver, & ne ſe trouvent en effet que dans les parties les plus extérieures de ces mines primordiales de fer, & jamais à de grandes profondeurs, à moins que ces mines n'aient été excavées, ou qu'elles ne ſoient voiſines de quelques cavernes, dans leſquelles les influences de l'atmoſphère auroient pu produire le même effet que ſur le ſommet ou ſur les faces découvertes de ces mines primitives.

Maintenant on ne peut douter que le magnétiſme général du globe ne forme deux courans, dont l'un ſe porte de l'équateur au nord, & l'autre en ſens contraire de l'équateur au ſud; la direction de ces courans eſt ſujette à variation, tant pour les lieux que pour le tems, & ces variations proviennent des inflexions

du courant de la force magnétique, qui ſuit le giſſement des matières ferrugineuſes, & qui change à meſure qu'elles ſe découvrent à l'air ou qu'elles s'enfouiſſent par l'affaiſſement des cavernes, par l'effet des volcans, des tremblemens de terre, ou de quelque autre cauſe qui change leur expoſition; elles acquièrent donc ou perdent la vertu magnétique par ce changement de poſition, & dès-lors la direction de cette force doit varier, & tendre vers ces mines ferrugineuſes nouvellement découvertes, en s'éloignant de celles qui ſe ſont enfoncées.

Les variations dans la direction de l'aimant, démontrent que les poles magnétiques ne ſont pas les mêmes que les poles du globe, quoiqu'en général la direction de la force qui produit le magnétiſme, tende de l'équateur aux deux poles terreſtres. Les matières ferrugineuſes qui ſeules peuvent recevoir du courant de cette force les propriétés de l'aimant, forment des poles particuliers ſelon le giſſement local, & la quantité plus ou moins grande des mines d'aimant & de fer.

L'aimant primordial n'a pas acquis au même inſtant ſon attraction & ſa direction; car le fer reçoit d'abord la force attractive, & ne prend des poles qu'en plus ou moins de tems, ſuivant ſa poſition & ſelon la proportion de ſes dimenſions. Il paroît donc que, dès le tems de l'établiſſement & de la formation des premières mines de fer par le feu primitif, les parties expoſées à l'action de l'atmoſphère ont reçu d'abord la force attractive, & ont pris enſuite des poles fixes, & acquis la puiſſance de ſe

diriger vers les parties polaires du globe. Ces premiers aimans ont certainement conservé ces forces attractives & directives, quoiqu'elles agissent sans cesse au-dehors, ce qui sembleroit devoir les épuiser ; mais au contraire elles se communiquent de l'aimant au fer, sans souffrir aucune perte ni diminution.

Plusieurs Physiciens, qui ont traité de la nature de l'aimant, se sont persuadés qu'il circuloit dans l'aimant une matière qui en sortoit incessamment après y être entrée, & en avoir pénétré la substance. Le célèbre géomètre Euler, & plusieurs autres (*a*), voulant expliquer mécaniquement les phénomènes magnétiques, ont adopté l'hypothèse de Descartes, qui suppose dans la substance de l'aimant des conduits & des pores si étroits, qu'ils ne sont perméables qu'à cette matière magnétique, selon eux, plus subtile que toute autre matière subtile ; &, selon eux encore, ces pores de l'aimant & du fer sont garnis de petites

---

(*a*) Je voudrois excepter de ce nombre Daniel Bernoulli, homme d'un esprit excellent ; » je me sens, dit-il, de la répugnance à croire que la Nature ait formé cette matière cannelée, & ces conduits magnétiques qui ont été imaginés par quelques Physiciens, uniquement pour nous donner le spectacle des différens jeux de l'aimant... » Néanmoins ce grand Mathématicien rapporte, comme les autres, à des causes mécaniques, les effets de l'aimant ; ses hypothèses sont seulement plus générales & moins multipliées. *Voyez les Pièces qui ont remporté le prix de l'Académie des Sciences, année* 1746.

ſoupapes, de filets ou de poils mobiles, qui tantôt obéiſſent, & tantôt s'oppoſent au courant de cette matière ſi ſubtile. Ils ſe ſont efforcés de faire cadrer les phénomènes du magnétiſme avec ces ſuppoſitions, peu naturelles & plus que précaires, ſans faire attention que leur opinion n'eſt fondée que ſur la fauſſe idée qu'il eſt poſſible d'expliquer mécaniquement tous les effets des forces de la Nature. Euler a même cru pouvoir démontrer la cauſe de l'attraction univerſelle, par l'action du même fluide qui, ſelon lui, produit le magnétiſme. Cette prétention, quoique vaine & mal conçue, n'a pas laiſſé de prévaloir dans l'eſprit de quelques Phyſiciens; & cependant, ſi l'on conſidère ſans préjugé la Nature & ſes effets, & ſi l'on réfléchit ſur les forces d'attraction & d'impulſion qui l'animent, on reconnoîtra que leurs cauſes ne peuvent ni s'expliquer, ni même ſe concevoir par cette mécanique matérielle, qui n'admet que ce qui tombe ſous nos ſens, & rejette, en quelque ſorte, ce qui n'eſt apperçu que par l'eſprit; & de fait, l'action de la peſanteur ou de l'attraction, peut-elle ſe rapporter à des effets mécaniques, & s'expliquer par des cauſes ſecondaires, puiſque cette attraction eſt une force générale, une propriété primitive, & un attribut eſſentiel de toute matière? Ne ſuffit-il pas de ſavoir que toute matière s'attire, & que cette force s'exerce, non-ſeulement dans toutes les parties de la maſſe du globe terreſtre, mais s'étend même depuis le ſoleil juſqu'aux corps les plus éloignés dans notre univers, pour être convaincu que la cauſe de cette

attraction ne peut nous être connue, puisque son effet étant universel, & s'exerçant généralement dans toute matière, cette cause ne nous offre aucune différence, aucun point de comparaison, ni par conséquent aucun indice de connoissance, aucun moyen d'explication? En se souvenant donc que nous ne pouvons rien juger que par comparaison, nous verrons clairement qu'il est, non-seulement vain, mais absurde, de vouloir rechercher & expliquer la cause d'un effet général & commun à toute matière, tel que l'attraction universelle, & qu'on doit se borner à regarder cet effet général comme une vraie cause à laquelle on doit rapporter les autres forces, en comparant leurs différens effets; & si nous comparons l'attraction magnétique à l'attraction universelle, nous verrons qu'elles diffèrent très-essentiellement. L'aimant est, comme toute autre matière, sujet aux loix de l'attraction générale, & en même-tems il semble posséder une force attractive particulière, & qui ne s'exerce que sur le fer ou sur un autre aimant; or nous avons démontré que cette force, qui nous paroît attractive, n'est dans le réel qu'une force impulsive, dont la cause & les effets sont tous différens de l'attraction universelle.

Dans le systême adopté par la plupart des Physiciens, on suppose un grand tourbillon de matiere magnétique, circulant autour du globe terrestre, & de petits tourbillons de cette matiere, qui, non-seulement circule d'un pole à l'autre de chaque aimant, mais entre dans leur substance, & en sort pour y rentrer. Dans la Physique de Descartes,

tout étoit tourbillon, tout s'expliquoit par des mouvemens circulaires & des impulſions tourbillonnantes; mais ces tourbillons, qui rempliſſoient l'univers, ont diſparu; il ne reſte que ceux de la matiere magnétique dans la tête de ces Phyſiciens. Cependant l'exiſtence de ces tourbillons magnétiques eſt auſſi peu fondée que celle des tourbillons planétaires; & on peut démontrer, par plu-ſieurs faits (*b*), que la force magnétique ne ſe meut pas en tourbillon autour du globe terreſtre, non plus qu'autour de l'aimant.

La vertu magnétique, que l'aimant poſsède éminemment, peut de même appartenir au fer, puiſque l'aimant la lui communique par le ſimple contact, & que même le fer l'acquiert ſans ce ſecours, lorſqu'il eſt expoſé aux impreſſions de l'atmoſphère; le fer devient alors un véritable aimant, s'il reſte long-temps dans la même ſituation; de plus,

---

(*b*) L'un de nos ſavans Académiciens, M. le Monnier, qui s'eſt occupé des phénomènes de l'aimant, a fait plu-ſieurs expériences pour démontrer le peu de fondement de cette hypothèſe des tourbillons autour de l'aimant Il a mis ſur un carton deux aimans, dont les poles de différens noms étoient voiſins; en ce cas, ſelon le ſyſ-tème commun, les deux tourbillons magnétiques doivent s'être réunis en un ſeul, & par conſéquent il ne devroit ſe former ſur la limaille du carton que deux vides répon-dant aux deux poles, mais le fait eſt qu'il ſe forme tou-jours quatre vides, ce qui démontre que les deux tour-billons ne ſont pas confondus, & que la matière magné-

il s'aimante assez fortement par la percussion, par le frottement de la lime, ou seulement en le pliant & repliant plusieurs fois; mais ces derniers moyens ne donnent au fer qu'un magnétisme passager, & ce métal ne conserve la vertu magnétique, que quand il l'a empruntée de l'aimant, ou bien acquise par une exposition à l'action de l'électricité générale pendant un temps assez long pour prendre des poles fixes dans une direction déterminée.

Lorsque le fer, tenu long-temps dans la même situation, acquiert de lui-même la vertu magnétique, qu'il la conserve, & qu'il peut même la communiquer à d'autres fers, comme le fait l'aimant, doit-on se refuser à croire que, dans les mines primitives, les parties qui se sont trouvées exposées à ces mêmes impressions de l'atmosphère, ne soient pas celles qui ont acquis la vertu magnéti-

---

tique ne passe pas d'un aimant à l'autre . . . & certainement s'il y a un tourbillon, il s'étend bien à deux ou trois lignes de la pierre. Cependant, que l'on aimante une aiguille de boussole, en la faisant couler à l'ordinaire sur la pierre, &, en même temps, en lui faisant toucher les deux boutons de l'armure, ou en la tenant éloignée de ces boutons de deux ou trois lignes seulement, elle prendra, dans les deux cas, deux directions diamétralement opposées, tout le reste ayant été parfaitement égal : la même extrémité de l'aiguille qui se tourneroit au nord, se tournera au sud, &c. *Histoire de l'Académie des Sciences, année* 1733, *pages* 15 & 16.

que?

que ? & que par conféquent toutes les pierres d'aimant qui ne forment que de petits blocs en comparaifon des montagnes & des autres maffes de mines primordiales de fer, étoient auffi les feules parties expofées à cette action extérieure, qui leur a donné les propriétés magnétiques. Rien ne s'oppofe à cette vue, ou plutôt à ce fait ; car la pierre d'aimant eft certainement une matiere ferrugineufe, moins fufible à la vérité que la plupart des autres mines de fer ; & cette derniere propriété indique feulement qu'il a fallu peut-être le concours de deux circonftances, pour la production de ces aimans primitifs, dont la premiere a été la fituation & l'expofition conftante à l'impreffion du magnétifme général ; & la feconde, une qualité différente dans la matiere ferrugineufe, qui compofe la fubftance de l'aimant. Car la mine d'aimant n'eft plus difficile à fondre que les autres mines de fer en roche, que par cette différence de qualité ; l'aimant primordial approche, comme nous l'avons dit, de la nature du régule de fer, qui eft bien moins fufible que fa mine. Ainfi, cet aimant primitif eft une mine de fer qui, ayant fubi une plus forte action du feu que les autres mines, eft devenue moins fufible ; & en effet, les mines d'aimant ne fe trouvent pas, comme les autres mines de fer, par grandes maffes continues, mais par petits blocs placés à la furface de ces mêmes mines, où le feu primitif, animé par l'air, étoit plus actif que dans leur intérieur.

Ces blocs d'aimant font plus ou moins

gros, & communément séparés les uns des autres; chacun a sa sphère particuliere d'attraction, & ses poles, & puisque le fer peut acquérir de lui-même toutes ces propriétés dans les mêmes circonstances, ne doit-on pas en conclure que, dans les mines primordiales de fer, les parties qui étoient exposées au feu plus vif que l'air excitoit à la surface du globe en incandescence, auront subi une plus violente action de ce feu, & se seront en même-temps divisées, fendues, séparées, & qu'elles auront acquis d'elles-mêmes cette puissance magnétique, qui ne diminue ni ne s'épuise, & demeure toujours la même, parce qu'elle dépend d'une cause extérieure, toujours subsistante & toujours agissante?

La formation des premiers aimans me paroît donc bien démontrée, mais la cause premiere du magnétisme en général, n'en étoit pas mieux connue. Pour deviner, ou même soupçonner quelles peuvent être la cause ou les causes d'un effet particulier de la Nature, tel que le magnétisme, il falloit auparavant considérer les phénomènes, en exposant tous les faits acquis par l'expérience & l'observation. Il falloit les comparer entre eux, & avec d'autres faits analogues, afin de pouvoir tirer du résultat de ces comparaisons, les lumières qui devoient nous guider dans la recherche des causes inconnues & cachées; c'est la seule route que l'on doive prendre & suivre, puisque ce n'est que sur des faits, bien avérés, bien entendus, qu'on peut établir des raisonnemens solides; & plus ces faits seront multipliés, plus il deviendra

poſſible d'en tirer des inductions plauſibles, & de les réunir pour en faire la baſe d'une théorie bien fondée, telle que nous paroît être celle que j'ai préſentée dans le premier chapitre de ce traité.

Mais comme les faits particuliers qu'il nous reſte à expoſer, ſont auſſi nombreux que ſinguliers, qu'ils paroiſſent quelquefois oppoſés ou contraires, nous commencerons par les phénomènes qui ont rapport à l'attraction ou à la répulſion de l'aimant, & enſuite nous expoſerons ceux qui nous indiquent ſa direction avec ſes variations, tant en déclinaiſon qu'en inclinaiſon; chacune de ces grandes propriétés de l'aimant doit être conſidérée en particulier, & d'autant plus attentivement, qu'elles paroiſſent moins dépendantes les unes des autres, & qu'en ne les jugeant que par les apparences, leurs effets ſembleroient provenir de cauſes différentes.

Au reſte, ſi nous recherchons le temps où l'aimant & ſes propriétés ont commencé d'être connus, ainſi que les lieux où ce minéral ſe trouvoit anciennement, nous verrons, par le témoignage de Théophraſte, que l'aimant étoit rare chez les Grecs, qui ne lui connoiſſoient d'autre propriété que celle d'attirer le fer; mais du temps de Pline, c'eſt-à-dire, trois ſiècles après, l'aimant étoit devenu plus commun, & aujourd'hui il s'en trouve pluſieurs mines dans les terres voiſines de la Grèce, ainſi qu'en Italie, & part culiérement à l'isle d'Elbe. On doit donc préſumer que la plupart des mines de ces contrées ont acquis, depuis le temps de

Théophraste, leur vertu magnétique à mesure qu'elles ont été découvertes, soit par des effets de Nature, soit par le travail des hommes ou par le feu des volcans.

On trouve de même des mines d'aimant dans presque toutes les parties du monde, surtout dans les pays du nord, où il y a beaucoup plus de mines primordiales de fer, que dans les autres régions de la terre. Nous avons donné ci-devant la description des mines aimantées de Sibérie (*c*) & l'on sait que l'aimant est si commun en Suède & en Norwège, qu'on en fait un commerce assez considérable (*d*).

Les Voyageurs nous assurent qu'en Asie il y a de bons aimans au Bengale, à Siam (*e*),

(*c*) Voyez les Supplémens à cette Histoire Naturelle, tome V, *in*-4°. *page* 531 *& suiv.*

(*d*) La pierre d'aimant est en si grande quantité en Norwège & en Suède, qu'on l'envoie par tonneaux hors du pays. Pontoppidam, *Journal étranger*, *mois de Septembre* 1755, *page* 213.

(*e*) Il y a deux mines d'aimant dans le Royaume de Siam.... Ces mines sont dans une montagne à laquelle elles paroissent comme attachées; elles semblent être divisées en deux roches, qui apparemment sont réunies sous terre; la grande, qui s'étend d'orient en occident, peut avoir vingt-quatre ou vingt-cinq pas géométriques de longueur, & quatre ou cinq de largeur. Dans sa plus grande hauteur, elle a neuf ou dix pieds. La petite, qui est au nord de la grande, dont elle n'est éloignée que de

à la Chine (*f*), & aux isles Philippines (*g*); ils font auſſi mention de ceux de l'Afrique (*h*) & de l'Amérique (*i*).

ſept ou huit pieds, a trois toiſes de long, peu de hauteur & de largeur; elle eſt d'un aimant bien plus vif que l'autre. Elle attiroit, avec une force extraordinaire, les inſtrumens de fer dont on ſe ſervoit. On ne pouvoit en détacher aucun morceau, parce que les inſtrumens de fer, qui étoient fort mal trempés, étoient auſſitôt reboulés. On s'attacha à la grande, dont on eut peine de rompre quelques morceaux qui avoient de la ſaillie, & qui donnoient de la priſe au marteau. On ne laiſſa pas que d'en tirer quelques bonnes pierres; les poles de la mine, autant qu'on en peut juger par les morceaux de fer qu'on y appliqua, regardoient le midi & le ſeptentrion; car on n'a pu rien reconnoître par la bouſſole, l'aiguille s'affolant ſitôt qu'on l'en approchoit. *Hiſtoire générale des Voyages, tome IX, pages* 206 *&* 245.

(*f*) Il y a peu de provinces dans la Chine, où l'on ne trouve des pierres d'aimant. On en apporte auſſi du Japon à la Chine, mais on les emploie particulièrement aux uſages de la médecine; elles ſe vendent au poids, & les plus chères ne ſe vendent jamais plus de huit ſous l'once. *Idem, tome VI, page* 85.

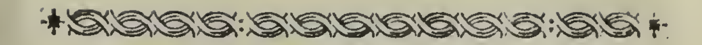
(*g*) On trouve beaucoup d'aimant à Mindanao.... *Voyage de M. le Gentil aux Indes. Paris*, 1781, *tome II, page* 36.

(*h*) On trouve dans le Bambouk, en Afrique, d'excellentes pierres d'aimant, dont on a envoyé pluſieurs morceaux en France. *Hiſtoire générale des Voyages, tome II, page* 644.

(*i*) On fit voir à Gemelli-Caréri, dans un cabinet de

raretés, au Mexique, une pierre d'aimant, de la groſſeur d'une pomme ordinaire, qui enlevoit dix livres de fer : *Idem, tome XI, page* 536. Le Corrégiment de Copiapo, au Chili, produit quantité de pierres d'aimant : *Idem, tome XIII, page* 144.





ARTICLE III.

De l'attraction & de la répulsion de l'Aimant.

Le mouvement du magnétiſme ſemble être composé de deux forces, l'une attractive & & l'autre directive. Un aimant, de quelque figure qu'il ſoit, attire le fer de tous côtés & dans tous les points de ſa ſurface; & plus les pierres d'aimant ſont groſſes, moins elles ont de force attractive, relativement à leur volume : elles en ont d'autant plus, qu'elles ſont plus peſantes, & toutes ont beaucoup moins de puiſſance d'attraction quand elles ſont nues, que quand elles ſont armées de fer ou d'acier. La force directive, au contraire, ſe marque mieux, & avec plus d'énergie, ſur les aimans nuds, que ſur ceux qui ſont armés.

Quelques ſavans Phyſiciens, & entre autres, Taylor & Muſchembroëck, ont eſſayé de déterminer, par des expériences, l'étendue de la ſphère d'attraction de l'aimant, & l'intenſité de cette action à différentes diſtances; ils ont obſervé, qu'avec de bons aimans, cette force attractive étoit ſenſible juſqu'à treize ou quatorze pieds de diſtance, &, ſans doute, elle s'étend encore plus loin; ils ont auſſi reconnu que rien ne pouvoit intercepter l'action de cette force, en ſorte

qu'un aimant renfermé dans une boîte, agit toujours à la même distance. Ces faits suffisent pour qu'on puisse concevoir, qu'en plaçant & cachant des aimans & du fer en différens endroits, même assez éloignés, on peut produire des effets qui paroissent merveilleux, parce qu'ils s'opèrent à quelque distance, sans action apparente d'aucune matiere intermédiaire, ni d'aucun mouvement communiqué.

Les anciens n'ont connu que cette premiere propriété de l'aimant ; ils savoient que le fer, de quelque côté qu'on le présente, est toujours attiré par l'aimant; ils n'ignoroient pas que deux aimans, présentés l'un à l'autre, s'attirent ou se repoussent. Les Physiciens modernes, ont démontré que cette attraction & cette répulsion entre deux aimans, sont égales, & que la plus forte attraction se fait lorsqu'on présente directement les poles de différens noms, c'est-à-dire, le pole austral d'un aimant, au pole boréal d'un autre aimant ; & que, de même la répulsion est la plus forte, quand on présente l'un à l'autre les poles de même nom. Ensuite ils ont cherché la loi de cette attraction & de cette répulsion; ils ont reconnu qu'au lieu d'être, comme la loi de l'attraction universelle, en raison inverse du quarré de la distance, cette attraction & cette répulsion magnétiques ne décroissent pas même autant que la distance augmente (*a*); mais lorsqu'ils ont

(*a*) Muschembroëck, *Dissertatio de Magnete*, *pages* 16

ont voulu graduer l'échelle de cette loi, ils y ont trouvé tant d'inconstance, & de si grandes variations, qu'ils n'ont pu déterminer aucun rapport fixe, aucune proportion suivie, entre les degrés de puissance de cette force attractive, & les effets qu'elle produit à différentes distances : tout ce qu'ils ont pu conclure d'un nombre infini d'expériences, c'est que la force attractive de l'aimant décroît proportionnellement plus dans les grandes que dans les petites distances.

Nous venons de dire que les aimans ne sont pas tous d'égale force, à beaucoup près ; que plus les pierres d'aimant sont grosses, moins elles ont de force attractive, relativement à leur volume, & qu'elles en ont d'autant plus qu'elles sont plus pesantes, à volume égal ; mais nous devons ajouter, que les aimans les plus puissans ne sont pas toujours les plus généreux, en sorte que quelquefois ces aimans plus puissans ne commu-

---

& suiv. Pour connoître la loi de cette attraction, ce Physicien s'est servi d'aimans de forme ronde, &, par une balance très mobile, il a mesuré l'effet de cette force à toutes distances, depuis une demi-ligne jusqu'à plusieurs pouces ; en comparant les résultats d'un très grand nombre d'expériences, il a vu que cette force attractive des aimans sphériques, non seulement ne diminuoit pas comme celle de l'attraction universelle, en raison inverse du quarré de la distance, mais que la diminution de cette force magnétique n'est pas même en raison inverse de la simple distance.

niquent pas au ſer autant de leur vertu attractive, que des aimans plus foibles & moins riches, mais en même temps moins avares de leur propriété.

La ſphère d'activité des aimans foibles, eſt moins étendue que celle des aimans forts; &, comme nous l'avons dit, la force attractive des uns & des autres, décroît beaucoup plus dans les grandes que dans les petites diſtances; mais, dans le point de contact, cette force, dont l'action eſt très inégale à toutes les diſtances dans les différens aimans, produit alors un effet moins inégal dans l'aimant foible & dans l'aimant fort, de ſorte qu'il faut employer des poids moins inégaux pour ſéparer les aimans forts & les aimans foibles, lorſqu'ils ſont unis au fer ou à l'aimant par un contact immédiat.

Le fer attire l'aimant, autant qu'il en eſt attiré; tous deux, lorſqu'ils ſont en liberté, font la moitié du chemin, pour s'approcher ou ſe joindre. L'action & la réaction ſont ici parfaitement égales; mais un aimant attire le fer de quelque côté qu'on le préſente, au lieu qu'il n'attire un autre aimant que dans un ſens, & qu'il le repouſſe dans le ſens oppoſé.

La limaille de fer eſt attirée plus puiſſamment par l'aimant, que la poudre même de la pierre d'aimant, parce qu'il y a plus de parties ferrugineuſes dans le fer forgé, que dans cette pierre, qui néanmoins agit de plus loin ſur le fer aimanté, qu'elle ne peut agir ſur du fer non-aimanté, car le fer n'a par lui-même aucune force attractive; deux

blocs de ce métal, mis l'un auprès de l'autre, ne s'attirent pas plus que deux masses de toute autre matiere; mais, dès que l'un ou l'autre, ou tous deux, ont reçu la vertu magnétique, ils produisent les mêmes effets, & présentent les mêmes phénomènes que la pierre d'aimant, qui n'est en effet qu'une masse ferrugineuse, aimantée par la cause générale du magnétisme. Le fer ne prend aucune augmentation de poids par l'imprégnation de la vertu magnétique; la plus grosse masse de fer ne pèse pas un grain de plus, quelque fortement qu'elle soit aimantée; le fer ne reçoit donc aucune matiere réelle par cette communication, puisque toute matiere est pesante, sans même en excepter celle du feu (*b*). Cependant le feu violent agit sur l'aimant & sur le fer aimanté; il diminue beaucoup, ou plutôt il suspend leur force magnétique lorsqu'ils sont échauffés jusqu'à l'incandescence, & ils ne reprennent cette vertu, qu'à mesure qu'ils se refroidissent. Une chaleur égale à celle du plomb fondu (*c*), ne suffit pas pour produire cet

---

(*b*) Voyez le deuxième volume *in*-4°. des Supplémens à cette Histoire Naturelle, article de la pesanteur du feu.

(*c*) Pour faire des aimans d'un volume considérable, les ouvriers joignent ensemble plusieurs petits morceaux d'aimant qu'ils réunissent, en les appliquant d'abord les uns contre les autres, & les plongeant ensuite dans du plomb ou de l'étain fondus. La chaleur communiquée par ces métaux fondus à cette masse d'aimant, n'en dimi-

effet ; & d'ailleurs le feu, quelque violent qu'il soit, laisse toujours à l'aimant & au fer aimanté quelque portion de leurs forces ; car, dans l'état de la plus grande incandescence, ils donnent encore des signes sensibles, quoique foibles, de leur magnétisme ; M. Epinus a même éprouvé que les aimans naturels portés à l'état d'incandescence, refroidis ensuite, & placés entre deux grandes barres d'acier fortement aimantées, acquéroient un magnétisme plus fort (*d*) ; & , par

---

nue pas la force, & il faut un bien plus grand degré de chaleur, & même un feu très violent, pour opérer cette diminution ou suspension de force de l'aimant & du fer aimanté. *Muschembroëck*, *page* 73.

(*d*) » Le premier aimant que j'ai soumis à l'expérience, dit M. Epinus, étoit un parallélipipède régulier ; il étoit noirâtre, sans éclat métallique, très homogène, très compacte, & tel que sont communément les aimans de mauvaise qualité. Il n'avoit presque pas de force, car il pesoit nud deux onces $\frac{58}{64}$, avec son armure trois onces $\frac{62}{64}$, & n'élevoit que quatre onces. Je l'ai dépouillé de son armure, je l'ai placé entre deux grandes barres d'acier fortement aimantées, suivant la manière que j'ai décrite, &, après une demi-heure, j'ai trouvé que sa vertu étoit augmentée, & que, rejoint à son armure, il pouvoit élever douze onces & demie ; je l'ai exposé au feu libre des charbons, je l'ai laissé dans une forte incandescence pendant une demi-heure ; j'ai trouvé, après son refroidissement, qu'il avoit perdu presque toute la force magnétique qu'il possédoit. Je l'ai placé pendant un quart-d'heure entre les deux barres aimantées dont j'ai déjà parlé, &

la comparaiſon de ſes expériences, il paroît que plus un aimant eſt vigoureux par ſa nature, mieux il reçoit & conſerve ce ſurcroît de force.

L'action du feu ne fait donc que diminuer ou ſuſpendre la vertu magnétique, & concourt même quelquefois à l'augmenter; cependant la percuſſion, qui produit toujours de la chaleur lorſqu'elle eſt réitérée, ſemble détruire cette force en entier; car, ſi l'on frappe fortement, & par pluſieurs coups

---

j'ai trouvé que, garni de ſon armure, il élevoit déjà plus de dix-huit onces; il a donc, après ſon incandeſcence, obtenu par le moyen des barres aimantées, dans un court eſpace de temps, une force beaucoup plus conſidérable que celle qu'il avoit acquiſe, pendant un temps plus long, avant d'être expoſé au feu. Il eſt donc évident que l'aptitude de cet aimant, à recevoir le magnétiſme, a été augmentée par mon procédé dans le rapport de 37 à 27, ce qui revient à peu-près à celui de 7 à 5.

» Un autre aimant, qui peſoit nud 4 onces un quart, & 5 onces 7 huitièmes avec ſon armure, préſentoit auſſi une matière uniforme & compacte, mais il paroiſſoit plus riche en métal que le premier aimant; lorſqu'il étoit revêtu de ſon armure, il portoit 6 onces trois quarts; placé une demi-heure entre les aimans artificiels, avant d'être expoſé à l'action du feu, il ne put pas porter au-delà de 22 onces 3 quarts, tenu en incandeſcence au milieu des charbons pendant une demi-heure, & enſuite refroidi, il avoit perdu preſque toute ſa force; mais, placé pendant un quart-d'heure au milieu des aimans artificiels, il éleva facilement 37 onces & demie, & ſon

fucceffifs, une lame de fer aimantée, elle perdra fa vertu magnétique, tandis qu'en frappant de même une femblable lame non-aimantée, celle-ci acquerra, par cette percuffion, d'autant plus de force magnétique que les coups feront plus forts & plus réitérés; mais il faut remarquer que la percuffion, ainfi que l'action du feu, qui femble

---

aptitude à recevoir la vertu magnétique, fe trouva augmentée dans le rapport d'environ 8 à 5. Il paroît donc que la méthode que je décris, produit des effets d'autant plus grands, que les aimans font plus généreux, avant d'être préfentés au feu. J'ai vu auffi, par le moyen du dernier aimant dont je viens de parler, que l'augmentation de force obtenue par ma méthode, étoit affez durable & ne fe diffipoit pas facilement, car ce fecond aimant n'avoit encote rien perdu de fa vigueur au bout de fix mois ».

M. Epinus croit qu'on pourroit augmenter encore plus la vigueur des aimans par la cémentation qui leur donneroit plus de qualité que la fimple torréfaction au feu nud. Il propofe de tailler en parallélipipèdes les aimans tirés immédiatement de la mine, en leur donnant le plus de longueur qu'il fe pourra, pour les cémenter au feu & les plonger enfuite dans l'eau froide; après quoi, il propofe de les placer entre deux ou plufieurs barres d'acier aimantées, & de les frotter avec deux aimans artificiels, fuivant la méthode du double contact Il faudra auffi les armer après avoir choifi pour poles les points les plus éloignés l'un de l'autre. Ces aimans préfenteront alors la plus grande force magnétique qu'ils puiffent comporter. *Epinus*, *numéros* 359, 360 & 362.

détruire la vertu magnétique, ne font que la changer ou la chasser, pour en substituer une autre, puisqu'elles suffisent pour aimanter le fer qui ne l'est pas; elles ôtent donc au fer aimanté, la force communiquée par l'aimant, & en même temps y portent & lui substituent une nouvelle force magnétique, qui devient très sensible lorsque la percussion est continuée; le fer perd la premiere, & acquiert la seconde, qui est souvent plus foible & moins durable; il arrive ici le même effet, à-peu près, que quand on passe sur un aimant foible du fer aimanté par un aimant fort, ce fer perd la grande force magnétique qui lui avoit été communiquée par l'aimant fort, & il acquiert en même-temps la petite force que peut lui donner l'aimant foible.

Si l'on met dans un vase de la limaille de fer, & qu'on la comprime assez pour en faire une masse compacte, à laquelle on donnera la vertu magnétique, en l'appliquant ou la frottant contre l'aimant, elle la recevra comme toute autre matiere ferrugineuse; mais cette même limaille de fer comprimée, qui a reçu la vertu magnétique, perdra cette vertu dès qu'elle ne fera plus masse, & qu'elle sera réduite au même état pulvérulent où elle étoit avant d'avoir été comprimée. Il suffit donc de changer la situation respective des parties constituantes de la masse pour faire évanouir la vertu magnétique; chacune des particules de limaille, doit être considérée comme une petite aiguille aimantée, qui dès-

lors à sa direction & ses poles. En changeant donc la situation respective des particules, leurs forces attractive & directive seront changées & détruites les unes par les autres; ceci doit s'appliquer à l'effet de la percussion, qui, produisant un changement de situation dans les parties du fer aimanté, fait évanouir sa force magnétique. Cela nous démontre aussi la cause d'un phénomène qui a paru singulier, & assez difficile à expliquer.

Si l'on met une pierre d'aimant au-dessus d'une quantité de limaille de fer que l'on agitera sur un carton, cette limaille s'arrangera, en formant plusieurs courbes séparées les unes des autres, & qui laissent deux vides aux endroits qui correspondent aux poles de la pierre; on croiroit que ces vides sont occasionnés par une répulsion qui ne se fait que dans ces deux endroits, tandis que l'attraction s'exerce sur la limaille dans tous les autres points; mais lorsqu'on présente l'aimant sur la limaille de fer, sans la secouer, ce sont, au contraire, les poles de la pierre qui toujours s'en chargent le plus. Ces deux effets opposés sembleroient, au premier coup d'œil, indiquer que la force magnétique est tantôt très active, & tantôt absolument inactive aux poles de l'aimant; cependant il est très certain, & même nécessaire, que ces deux effets, qui semblent être contraires, proviennent de la même cause; & comme rien ne trouble l'effet de cette cause dans l'un des cas, & qu'elle est troublée dans l'autre par les secousses qu'on donne

à la limaille, on doit en inférer que la différence ne dépend que du mouvement donné à chaque particule de la limaille.

En général, ces particules étant autant de petites aiguilles, qui ont reçu de l'aimant les forces attractive & directive presque en même-tems & dans le même sens, elles doivent perdre ces forces & changer de direction, dès que, par le mouvement qu'on leur imprime, leur situation est changée. La limaille sera par conséquent attirée, & s'ammoncelera, lorsque les poles austraux de ces petites aiguilles seront disposés dans le sens du pole boréal de l'aimant, & cette même limaille formera des vides, lorsque les poles boréaux des particules seront dans le sens du pole boréal de l'aimant, parce que, dans tout aimant, ou fer aimanté, les poles de différens noms s'attirent, & ceux du même nom se repoussent.

Il peut arriver cependant quelquefois, lorsqu'on présente un aimant vigoureux à un aimant foible, que les poles de même nom s'attirent au lieu de se repousser; mais ils ont cessé d'être semblables lorsqu'ils tendent l'un vers l'autre; l'aimant fort détruit par sa puissance la vertu magnétique de l'aimant foible, & lui en communique une nouvelle, qui change ses poles; on peut expliquer, par cette même raison, plusieurs phénomènes analogues à cet effet, & particulièrement celui que M. Epinus a observé le premier, & que nous citons, par extrait, dans la Note ci dessous (*e*).

(*e*) Que l'on tienne verticalement un aimant au-dessus

Nous devons ajouter à ces faits un autre fait, qui démontre également que la résidence fixe, ainsi que la direction décidée de la force magnétique, ne dépendent dans le fer & l'aimant que de la situation constante de leurs parties dans le sens où elles ont reçu cette force ; le fer n'acquiert de lui-même la vertu magnétique, & l'aimant ne la communique au fer, que dans une seule & même direction ; car si l'on aimante un fil de fer selon sa longueur, & qu'ensuite

---

d'une table, sur laquelle on aura placé une petite aiguille d'acier à une certaine distance du point au-dessus duquel l'aimant sera suspendu ; l'aiguille tendra vers l'aimant, & son extrémité la plus voisine de l'aimant s'élevera au-dessus de la surface de la table ; si l'on frappe légèrement la table par-dessous, l'aiguille se soulevera en entier, & lorsqu'elle sera retombée, elle se trouvera plus près du point correspondant au-dessous de l'aimant ; son extrémité s'élevant davantage, formera, avec la table, un angle moins aigu, &, à force de petits coups réitérés, elle parviendra précisément au-dessous de l'aimant & se tiendra perpendiculaire. Si, au contraire, on place l'aimant au-dessous de la table, ce sera l'extrémité de l'aiguille la plus éloignée de l'aimant qui s'élevera ; l'aiguille mise en mouvement, par de légères secousses, se trouvera toujours, après être retombée, à une plus grande distance du point correspondant au-dessus de l'aimant ; son extrémité s'élevera moins au-dessus de la table, & formera un angle plus aigu. L'aiguille acquiert la vertu magnétique par la proximité de l'aimant. L'extrémité de l'aiguille opposée à cet aimant, prend un pole contraire au pole de l'aimant dont elle est voisine ; elle doit donc

on le plie de manière qu'il forme des angles & crochets, il perd dès-lors sa force magnétique, parce que la direction n'est pas la même, & que la situation des parties a été changée dans les plis qui forment ces crochets ; les poles des diverses parties du fer se trouvent alors situés les uns relativement aux autres, de manière à diminuer ou détruire mutuellement leur vertu, au lieu de la conserver ou de l'accroître ; & non-seulement la force magnéti-

---

être attirée pendant que l'autre extrémité sera repoussée. Ainsi, l'aiguille prendra successivement une position où l'une de ses extrémités sera le plus près, & l'autre le plus loin possible de l'aimant ; elle doit donc tendre à se diriger parallèlement à une ligne droite que l'on pourroit tirer de son centre de gravité à l'aimant : lorsque l'aiguille s'élève pour obéir à la petite secousse, la tendance que nous venons de reconnoître lui donne, pendant qu'elle est en l'air, une nouvelle position relativement à l'aimant, & s'il est suspendu au-dessus de la table, cette nouvelle position est telle, que l'aiguille, en retombant, se trouve plus près du point correspondant au-dessous de l'aimant ; si, au contraire, l'aimant est au-dessous de la table, la nouvelle position donnée à l'aiguille, pendant qu'elle est encore en l'air, fait nécessairement qu'après être tombée, elle se trouve plus éloignée du point au-dessous duquel l'aimant a été placé. Il est inutile de dire que si l'on remplace la petite aiguille par de la limaille de fer, l'on voit les mêmes effets produits dans toutes les particules qui composent la limaille *Extrait de la seconde des Dissertations que M. Epinus a publiées à la suite de son Essai sur la théorie de l'Electricité & du Magnétisme.*

que ſe perd dans ces parties angulaires, mais même elle ne ſubſiſte plus dans les autres parties du fil de fer qui n'ont point été pliées ; car le déplacement des poles & le changement de direction occaſionnés par les plis, ſuffiſent pour faire perdre cette force au fil de fer dans toute ſon étendue.

Mais ſi l'on paſſe un fil de fer par la filière, dans le même ſens qu'il a été aimanté, il conſervera ſa vertu magnétique, quoique les parties conſtituantes aient changé de poſition, en s'éloignant les unes des autres, & que toutes aient concouru, plus ou moins, à l'alongement de ce fil de fer par leur déplacement; preuve évidente que la force magnétique ſubſiſte ou s'évanouit, ſelon que la direction ſe conſerve la même, lorſque le déplacement ſe fait dans le même ſens, ou que cette direction devient différente lorſque le déplacement ſe fait dans un ſens oppoſé.

On pèut conſidérer un morceau de fer ou d'acier, comme une maſſe de limaille, dont les particules ſont ſeulement plus rapprochées & réunies de plus près que dans le bloc de limaille comprimée; auſſi faut-il un violent mouvement, tel que celui d'une flexion forcée, ou d'une forte percuſſion, pour détruire la force magnétique dans le fer ou l'acier, par le changement de la ſituation reſpective de leurs parties; au lieu qu'en donnant un coup aſſez léger ſur la maſſe de la limaille comprimée, on fait évanouir à l'inſtant la force magnétique, parce que ce coup ſuffit pour changer la ſituation reſpective de toutes les particules de la limaille.

Si l'on ne paſſe qu'une ſeule fois une lame de fer ou d'acier ſur l'aimant, elle ne reçoit que très-peu de force magnétique par ce premier frottement; mais, en le réitérant quinze ou vingt fois, toujours dans le même ſens, le fer ou l'acier prendront preſque toute la force magnétique qu'ils peuvent comporter, & on ne leur en donneroit pas davantage en continuant plus long-tems les mêmes frottemens; mais ſi, après avoir aimanté une pièce de fer ou d'acier dans un ſens, on la paſſe ſur l'aimant dans le ſens oppoſé, elle perd la plus grande partie de la vertu qu'elle avoit acquiſe, & peut même la perdre tout à-fait, en réitérant les frottemens dans ce ſens contraire; ce ſont ces phénomènes qui ont fait imaginer à quelques Phyſiciens que la force magnétique rend mobiles les particules dont le fer eſt compoſé. Au reſte, ſi l'on ne fait que poſer le fer ou l'acier ſur l'aimant, ſans les preſſer l'un contre l'autre, ou les appliquer fortement, en les paſſant dans le même ſens, ils ne reçoivent que peu de vertu magnétique; & ce ne ſera qu'en les tenant réunis pluſieurs heures de ſuite, qu'ils en acquerront davantage, & cependant toujours moins qu'en les frottant dans le même ſens, lentement & fortement, un grand nombre de fois ſur l'aimant.

Le feu, la percuſſion & la flexion, ſuſpendent ou détruiſent également la force magnétique, parce que ces trois cauſes changent également la ſituation reſpective des parties conſtituantes du fer & de l'aimant. Ce n'eſt même que par ce ſeul changement de la ſituation reſpective de leurs parties, que le feu

peut agir ſur la force magnétique, car on s'eſt aſſuré que cette force paſſe de l'aimant au fer, à travers la flamme, ſans diminution ni changement de direction; ainſi, ce n'eſt pas ſur la force même que ſe porte l'action du feu; mais ſur les parties intégrantes de l'aimant ou du fer, dont le feu change la poſition, & lorſque, par le refroidiſſement, cette poſition des parties ſe rétablit, telle qu'elle étoit avant l'incandeſcence, la force magnétique reparoît, & devient quelquefois plus puiſſante qu'elle ne l'étoit auparavant.

Un aimant artificiel & homogéne, tel qu'un barreau d'acier fortement aimanté, exerce ſa force attractive dans tous les points de ſa ſurface, mais fort inégalement, car ſi l'on projette de la limaille de fer ſur cet aimant, il n'y aura preſque aucun point de ſa ſuperficie qui ne retienne quelques particules de cette limaille, ſur-tout ſi elle eſt réduite en poudre très-fine; les poles & les angles de ce barreau ſeront les parties qui s'en chargeront le plus, & les faces n'en retiendront qu'une bien moindre quantité; la poſition des particules de limaille, ſera auſſi fort différente; on les verra perpendiculaires ſur les parties polaires de l'aimant, & elles ſeront inclinées plus ou moins vers ces mêmes poles, dans toutes les autres parties de ſa ſurface.

Rien n'arrête la vertu magnétique; un aimant placé dans l'air ou dans le vide, plongé dans l'eau, dans l'huile, dans le mercure, ou dans tout autre fluide, agit toujours également; renfermé dans une boîte de bois, de pierre, de plomb, de cuivre, ou de tout autre métal,

à l'exception du fer, ſon action eſt encore la même; l'interpoſition des corps les plus ſolides (*f*) ne lui porte aucune atteinte, & ne fait pas obſtacle à la tranſmiſſion de ſa force; elle n'eſt affoiblie que par le fer interpoſé, qui acquérant par cette poſition la vertu magnétique, peut augmenter, contrebalancer ou détruire celle qui exiſtoit déjà, ſuivant que les directions de ces deux forces particulières coincident ou divergent.

Mais, quoique les corps interpoſés ne diminuent pas l'étendue de la ſphère active de l'aimant ſur le fer, ils ne laiſſent pas de diminuer beaucoup l'intenſité de la force attractive, lorſqu'ils empêchent leur contact. Si l'on interpoſe entre le fer qu'on veut unir à l'aimant un corps auſſi mince que l'on voudra, ſeulement une feuille de papier, l'aimant ne pourra ſoutenir qu'une très-petite maſſe de fer, en comparaiſon de celle qu'il auroit ſoutenue, ſi le fer lui avoit été immédiatement appliqué; cette différence d'effet provient de ce que l'intenſité de la force eſt ſans comparaiſon beaucoup plus grande au point de contact, & qu'en mettant obſtacle à l'union immédiate du fer avec l'aimant, par un corps intermédiaire, on lui ôte la plus grande partie de ſa force, en ne lui laiſſant que celle qu'il exerceroit au-delà de ſon point de contact. Mais cet effet,

(*f*) Un bloc de plomb d'un pied d'épaiſſeur, interpoſé entre l'aimant & le fer, n'en diminue pas la force attractive. *Muſchembroëck*, *page* 59.

qui est si sensible à ce point, devient nul, ou du moins insensible à toute autre distance, car les corps interposés à un pied, à un pouce, & même à une ligne de l'aimant, ne paroissent faire aucun obstacle à l'exercice de son attraction.

Le fer, réduit en rouille, cesse d'être attirable à l'aimant; la rouille est une dissolution du fer par l'humidité de l'air, ou, pour mieux dire, par l'action de l'acide aérien, qui, comme nous l'avons dit, a produit tous les autres acides; aussi agissent-ils tous sur le fer, & à-peu-près de la même manière, car tous le dissolvent, lui ôtent la propriété d'être attiré par l'aimant; mais il reprend cette même propriété lorsqu'on fait exhaler ces acides par le moyen du feu. Cette propriété n'est donc pas détruire en entier dans la rouille, & dans les autres dissolutions du fer (*g*), puisqu'elle

(*g*) En faisant dissoudre la limaille de fer dans les acides vitrioliques ou nitreux, elle cesse d'être attirable à l'aimant, cependant on ne peut pas dire qu'elle perd entièrement la vertu magnétique; il en est de même du vitriol de fer, dont l'attraction est à la vérité très petite, mais non pas nulle, comme dit l'Emery (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, *année* 1706). Il faut, pour s'en appercevoir, le presenter à une très longue aiguille aimantée; la dissolution séparant les parties du fer, fait le même effet que le mouvement de secousse qu'on donne à la limaille, en disposant ses parties en différens sens, & c'est ce qui détruit la vertu magnétique. *Muschembroëck*, *page* 125.

se

ſe rétablit dès que le diſſolvant en eſt ſéparé.

L'action du feu produit dans le fer un effet tout contraire à celui de l'impreſſion des acides ou de l'humidité de l'air; le feu le rend d'autant plus attirable à l'aimant, qu'il a été plus violemment chauffé. Ce ſablon ferrugineux (*h*), dont nous avons parlé, & qui eſt toujours mêlé avec la platine, eſt plus attirable à l'aimant que la limaille de fer, parce qu'il a ſubi une plus forte action du feu, & la limaille de fer, chauffée jusqu'au blanc, devient auſſi plus attirable qu'elle ne l'étoit auparavant; on peut même dire qu'elle devient tout-à-fait magnétique en certaines circonſtances, puiſque les petites écailles de fer qui ſe ſéparent de la loupe en incandeſcence frappée par le marteau, préſentent les mêmes phénomènes que l'aimant. Elles s'attirent, ſe repouſſent & ſe dirigent, comme le font les aiguilles aimantées. On obtient le même effet, en faiſant ſublimer le fer par le moyen du feu (*i*); & les

---

(*h*) Muſchenbroëck & quelques phyſiciens ont douté que ce ſablon fût réellement du fer, parce qu'à l'exception de ſon attraction par l'aimant, il paroît avoir perdu toutes ſes autres propriétés métalliques; mais ſa denſité démontre qu'il eſt ferrugineux; car, ſelon Muſchenbroëck lui-même, la peſanteur ſpécifique de ce ſablon, étoit à celle du ſable, comme 161 à 71, ce qui eſt à-peu-près le rapport du poids ſpécifique de la fonte de fer, au poids du grès ou du marbre blanc

(*i*) Expériences faites par MM. de l'Arbre & Quinquet, & communiquées à M. le Comte de Buffon, en 1786.

volcans donnent par sublimation des matières ferrugineuses qui ont du magnétisme & des poles, comme les fers sublimés & chauffés.

On augmente prodigieusement la force attractive de l'aimant, en la réunissant avec la force directive, au moyen d'une armure de fer ou d'acier; car cette armure fait converger les directions, en sorte qu'il ne reste à l'aimant armé, qu'une portion des forces directives qu'il avoit étant nud, & que ce même aimant nud, qui, par ses parties polaires, ne pouvoit soutenir qu'un certain poids de fer, en soutiendra dix, quinze ou vingt fois davantage, s'il est bien armé; & plus le poids qu'il soutiendra, étant nud, sera petit, plus l'augmentation du poids qu'il pourra porter, étant armé, sera grande; les forces directives de l'aimant se réunissent donc avec sa force attractive, & toutes se portant sur l'armure, y produisent une intensité de force bien plus grande, sans que l'aimant en soit plus épuisé. Cela seul prouveroit que la force magnétique ne réside pas dans l'aimant, mais qu'elle est déterminée vers le fer & l'aimant, par une cause extérieure, dont l'effet peut augmenter ou diminuer, selon que les matières ferrugineuses lui sont présentées d'une manière plus ou moins avantageuse; la force attractive n'augmente ici que par sa réunion avec la force directive, & l'armure ne fait que réunir ces deux forces sans leur donner plus d'extension; car, quoique l'attraction, dans l'aimant armé, agisse beaucoup plus puissamment sur le fer, qu'elle retient plus fortement, elle ne s'étend pas plus loin que celle de l'aimant nud.

Cette plus forte attraction produite par la réunion des forces attractive & directive de l'aimant, paroît s'exercer en raiſon des ſurfaces ; par exemple, ſi la ſurface plane du pied de l'armure contre laquelle on applique le fer eſt de 36 lignes quarrées, la force d'attraction ſera quatre fois plus grande que ſur une ſurface de 9 lignes quarrées; aûtre preuve que la cauſe de l'attraction magnétique eſt extérieure, & ne pénètre pas la maſſe de l'aimant, puiſqu'elle n'agit qu'en raiſon des ſurfaces, au lieu que celle de l'attraction univerſelle, agiſſant toujours en raiſon des maſſes, eſt une force qui réſide dans toute matière. D'ailleurs toute force dont les directions ſont différentes, & qui ne tend pas directement du centre à la circonférence, ne peut pas être regardée comme une force intérieure, proportionnelle à la maſſe, & n'eſt en effet qu'une action extérieure qui ne peut ſe meſurer que par ſa proportion avec la ſurface (*k*).

Les deux poles d'un aimant ſe nuiſant réciproquement par leur action contraire, lorſqu'ils ſont trop voiſins l'un de l'autre, la poſition de l'armure & la figure de l'aimant, doivent également influer ſur ſa force, & c'eſt,

(*k*) M. Daniel Bernouilli a trouvé, par pluſieurs expériences, que la force attractive des aimans artificiels de figure cubique, croiſſoit comme la ſurface, & non pas comme la maſſe de ces aimans. *Lettre de M. Daniel Bernouilli à M. Trembley, publiée dans le premier volume du Voyage de M. de Sauſſure.*

par cette raison, que des aimans foibles gagnent quelquefois davantage à être armés, que des aimans plus forts. Cette action contraire de deux poles trop rapprochés, sert à expliquer pourquoi deux barres aimantées, qui se touchent, n'attirent pas un morceau de fer avec autant de force, que lorsqu'elles sont à une certaine distance l'une de l'autre (*l*).

Les pieds de l'armure doivent être placés sur les poles de la pierre pour réunir le plus de force; ces poles ne sont pas des points mathématiques, ils ont une certaine étendue, & l'on reconnoît aisément les parties polaires d'un aimant, en ce qu'elles retiennent le fer avec une plus grande énergie, & l'attirent avec plus de puissance que toutes les autres parties de la surface de ce même aimant ne peuvent le retenir ou l'attirer. Les meilleurs aimans sont ceux dont les poles sont décidés, c'est-à-dire, ceux dans lesquels cette inégalité de force est la plus grande. Les plus mauvais aimans sont ceux dont les poles sont les plus indécis, c'est-à-dire, ceux qui ont plusieurs poles & qui attirent le fer à-peu-près également dans tous les points de leur surface; & le défaut de ces aimans vient de ce qu'ils sont composés de plusieurs pièces mal situées, relativement les unes aux autres, car, en les divisant en plusieurs parties, chacun de ces fragmens n'aura que deux poles bien décidés & fort actifs.

(*l*) Voyez l'Ouvrage de M. Epinus, N°. 248.

Nous avons dit que si l'on aimante un fil de fer, en le frottant longitudinalement dans le même sens, il perdra la vertu magnétique en le pliant en crochet, ou le courbant & le contournant en anneau, & cela parce que la force magnétique ne s'étant déterminée vers ce fil de fer, que par un frottement dans le sens longitudinal, elle cesse de se diriger vers ce même fer, dès que ce sens est changé ou interrompu, & lorsqu'il devient directement opposé, cette force produit nécessairement un effet contraire au premier; elle repousse au lieu d'attirer, & se dirige vers l'autre pole.

La répulsion dans l'aimant, n'est donc que l'effet d'une attraction en sens contraire, & qu'on oppose à elle-même; toutes deux ne partent pas du corps de l'aimant, mais proviennent & sont des effets d'une force extérieure, qui agit sur l'aimant en deux sens opposés; & dans tout aimant, comme dans le globe terrestre, la force magnétique forme deux courans, en sens contraire, qui partent tous de l'équateur en se dirigeant aux deux poles.

Mais on doit observer qu'il y a une inégalité de force entre les deux courans magnétiques du globe, dont l'hémisphère boréal offrant à sa surface beaucoup plus de terres que d'eau, & étant par conséquent moins froid que l'hémisphère austral, ne doit pas déterminer ce courant avec autant de puissance, en sorte que ce courant magnétique boréal a moins d'intensité de force que le courant de l'hémisphère austral, dans lequel la quantité des eaux & des glaces étant beaucoup plus grande que

dans le boréal, la condensation des émanations terrestres provenant des régions de l'équateur, doit être aussi plus rapide & plus grande; cette même inégalité se reconnoît dans les aimans. M. de Bruno a fait, à ce sujet, quelques expériences, dont nous citons la plus décisive dans la Note ci-dessous (*m*). Descartes avoit dit auparavant que le côté de l'aimant, qui tend vers le nord, peut soutenir plus de fer dans nos régions septentrionales, que le côté opposé (*n*); & ce fait a été confirmé par Rohault, & aujourd'hui par les expériences de M. de Bruno. Le pole boréal est donc le plus fort dans les aimans, tandis que c'est au contraire le pole le plus foible sur le globe terrestre; & c'est précisément ce qui détermine les poles boréaux des aimans à se porter vers le nord, comme vers un pole dont la quantité de force est différente de celle qu'ils ont reçue.

Lorsqu'on présente deux aimans l'un à l'autre, & que l'on oppose les poles de même

---

(*m*) » Je posai un grand barreau magnétique sur une table de marbre blanc; je plaçai une aiguille aimantée en équilibre sur son pivot, au point qui séparoit le grand barreau en deux parties égales. Le pole austral s'inclina vers le pole boréal du grand barreau. J'approchai insensiblement cette aiguille vers le pole austral du grand barreau, jusqu'à ce qu'enfin je m'apperçus que la petite aiguille étoit dans une situation parfaitement horizontale ». *Recherches sur la direction du Fluide magnétique*, page 116.

(*n*) Principes de la philosophie de Descartes, article XXIX, des propriétés de l'Aimant.

nom, il eſt néceſſaire qu'ils ſe repouſſent, parce que la force magnétique, qui ſe porte de l'équateur du premier aimant à ſon pole, agit dans une direction contraire & diamétralement oppoſée à la force magnétique, qui ſe porte en ſens contraire dans le ſecond aimant. Ces deux forces ſont de même nature, leur quantité eſt égale, & par conſéquent ces deux forces égales & oppoſées doivent produire une répulſion, tandis qu'elles n'offrent qu'une attraction, ſi les deux aimans ſont préſentés l'un à l'autre par les poles de différens noms, puiſqu'alors les deux forces magnétiques, au lieu d'être égales, diffèrent par leur nature & par leurs quantités. Ceci ſeul ſuffiroit pour démontrer que la force magnétique ne circule pas en tourbillon autour de l'aimant, mais ſe porte ſeulement de ſon équateur à ſes poles, en deux ſens oppoſés.

Cette répulſion, qu'exercent l'un contre l'autre les poles de même nom, ſert à rendre raiſon d'un phénomène, qui d'abord a ſurpris les yeux de quelques Phyſiciens. Si l'on ſoutient deux aiguilles aimantées, l'une au deſſus de l'autre, & ſi on leur communique le plus léger mouvement, elles ne ſe fixent point dans la direction du méridien magnétique ; mais elles s'éloignent également des deux côtés, l'une à droite, & l'autre à gauche, de la ligne de leur direction naturelle.

Or cet écartement provient de l'action répulſive de leurs poles ſemblables, &, ce qui le prouve, c'eſt qu'à meſure qu'on fait deſcendre l'aiguille ſupérieure, pour l'approcher de l'inférieure, l'angle de leur écarte-

ment devient plus grand, tandis qu'au contraire il devient plus petit à mesure qu'on fait remonter cette même aiguille supérieure au-dessus de l'inférieure ; & lorsque les aiguilles sont assez éloignées l'une de l'autre pour n'être plus soumises à leur influence mutuelle, elles reprennent alors leur vraie direction, & n'obéissent plus qu'à la force du magnétisme général. Cet effet, dont la cause est assez évidente, n'a pas laissé d'induire en erreur ceux qui l'ont observé les premiers; ils ont imaginé qu'on pourroit, par ce moyen, construire des boussoles, dont l'une des aiguilles indiqueroit le pole terrestre, tandis que l'autre se dirigeroit vers le pole magnétique, en sorte que la premiere marqueroit le vrai nord, & la seconde, la déclinaison de l'aimant, mais le peu de fondement de cette prétention est suffisamment démontré par l'angle que forment les deux aiguilles, & qui augmente ou diminue par l'influence mutuelle de leurs poles, en les rapprochant ou les éloignant l'un de l'autre.

On déterminera plus puissamment, plus promptement cette force extérieure du magnétisme général vers le fer, en le tenant dans la direction du méridien magnétique de chaque lieu, & l'on a observé qu'en mettant dans cette situation des verges de fer, les unes en incandescence & les autres froides, les premieres reçoivent la vertu magnétique bien plutôt & en bien plus grande mesure (*o*) que les dernieres. Ce fait ajoute

(*o*) Nous devons cependant observer que le fer prend, encore

encore aux preuves que j'ai données de la formation des mines d'aimant par le feu primitif.

Il faut une certaine proportion dans les dimenſions du fer, pour qu'il puiſſe s'aimanter promptement de lui-même, & par la ſeule action du magnétiſme général ; cependant tous les fers étant poſés dans une ſituation perpendiculaire à l'horizon, prendront dans nos climats quelque portion de vertu magnétique. M. le Chevaliet de Lamanon ayant examiné les fers employés dans tous les vaiſſeaux qu'il a vus dans le port de Breſt, en 1785, a trouvé que tous ceux qui étoient placés verticalement, avoient acquis la vertu magnétique (*p*). Il faut ſeulement un aſſez long temps pour que cet effet ſe manifeſte dans les fers qui ſont gros & courts, moins de temps pour ceux qui ſont épais & longs, & beaucoup moins pour ceux qui ſont longs & menus (*q*). Ces derniers s'aimantent en

---

à la vérité, plus de force magnétique dans l'état d'incandeſcence, mais qu'il ne la conſerve pas en même quantité après ſon refroidiſſement ; un fer, tant qu'il eſt rouge, attire l'aiguille aimantée plus fortement, & la fait mouvoir de plus loin que quand il eſt refroidi.

(*p*) Lettre de M. le chevalier de Lamanon, à M. le Comte de Buffon, datée de Madère, 1785.

(*q*) Prenez, dit Muſchembroëck, une verge de ſix pieds de longueur & d'un cinquième de pouce de diamètre ; tenez-la perpendiculairement à l'horizon, elle s'aimantera en une minute de temps, & attirera, par ſon extrémité

quelques minutes, & il faut des mois & des années pour les autres. De quelque maniere même que le fer ait reçu la vertu magnétique, il paroît que jusqu'à un certain point, & toutes choses égales, la force qu'il acquiert est en raison de sa longueur (*r*); les barreaux de fer qui sont aux fenêtres des anciens édifices, ont souvent acquis, avec le temps, une assez grande force magnétique, pour pouvoir, comme de véritables aimans, attirer & repousser d'une maniere sensible l'aiguille aimantée à plusieurs pieds de distance.

Mais cette communication du magnétisme au fer, s'opère très inégalement suivant les différens climats; on s'est assuré, par l'observation, que, dans toutes les contrées des zones tempérées & froides, le fer tenu verticalement acquiert plus promptement & en plus grande mesure la vertu magnétique, que dans les régions qui sont sous la zone torride, dans lesquelles même il ne prend souvent que peu ou point de vertu magnétique dans cette position verticale.

Nous avons dit que les aimans ont pro-

---

inférieure, le pole austral de l'aiguille aimantée, & repoussera, par cette même extrémité, le pole boréal. Si vous renversez la verge, vous verrez, dans moins d'une minute, que l'extrémité supérieure, devenue l'inférieure, attirera le pole austral qu'elle repoussoit auparavant. *Dissert. de Magnete*, *page* 260.

(*r*) Epinus, N°. 152.

portionnellement d'autant plus de force qu'ils ſont en plus petit volume. Une pierre d'aimant, dont le volume excède vingt-ſept ou trente pouces cubiques, peut à peine porter un poids égal à celui de ſa maſſe, tandis que, dans les petites pierres d'aimant d'un ou deux pouces cubiques, il s'en trouve qui portent vingt, trente & même cinquante fois leur poids. Mais, pour faire des comparaiſons exactes, il faut que le fer ſoit de la même qualité, & que les dimenſions & la figure de chaque morceau ſoient ſemblables & égales ; car un aimant, qui ſoutiendroit un cube de fer du poids d'une livre, ne pourra ſoutenir un fil de fer, long d'un pied, qui ne peſeroit pas un gros, & ſi les maſſes à ſoutenir ne ſont pas entièrement de fer, quoique de même forme, ſi, par exemple, on applique à l'aimant deux maſſes d'égal poids & de figure ſemblable, dont l'une ſeroit entièrement de fer, & dont l'autre ne ſeroit de fer que dans la partie ſupérieure, & de cuivre ou d'autre matiere dans la partie inférieure, cette maſſe, compoſée de deux matieres, ne ſera pas attirée ni ſoutenue avec la même force que la maſſe de fer continu, & elle tiendra d'autant moins à l'aimant que la portion de fer ſera plus petite, & que celle de l'autre matiere ſera plus grande.

Lorſqu'on diviſe un gros aimant en pluſieurs parties, chaque fragment, quelque petit qu'il ſoit, aura toujours des poles (*s*).

(*s*) Lorſqu'on coupe un aimant par le milieu de ſon

La vertu magnétique augmentera au lieu de diminuer par cette division; ces fragmens, pris séparément, porteront beaucoup plus de poids que quand ils étoient réunis en un seul bloc. Cependant les gros aimans, même les plus foibles, répandent en proportion leur force à de plus grandes distances que les petits aimans les plus forts, & si l'on joint ensemble plusieurs petits aimans pour n'en faire qu'une masse, la vertu de cette masse

---

axe, chacune de ses parties a constamment deux poles, & devient un aimant complet. Les parties qui étoient contiguës sous l'équateur avant la section, & qui n'étoient rien moins que des poles, le sont devenues, & même des poles de différens noms, en sorte que chacune de ces parties pourroit devenir également pole boréal & pole austral, suivant que la section se feroit faite plus près du pole austral ou du pole boréal du grand aimant; & la même chose arriveroit à chacune de ces moitiés, si on les coupoit par le milieu, de la même manière. *Extrait de l'article Aimant dans l'Encyclopédie, par M. le Monnier, qui a traité cette matière avec autant de méthode que de justesse & de discernement.*

M. Epinus a éprouvé que si on rompt en deux une barre de l'acier le plus dur, qu'on approche les deux morceaux l'un au bout de l'autre, qu'on les presse de manière qu'ils n'en forment qu'un seul, & qu'on aimante cette barre composée, on n'y trouvera que deux poles; mais, si ensuite on sépare les deux morceaux, ils offriront chacun deux poles opposés; le pole boréal & le pole austral demeurant, chacun, au bout qu'ils occupoient. *Numéros* 103 & 104.

s'étendra beaucoup plus loin que celle d'aucun des morceaux dont ce bloc est composé. Dans tous les cas, cette force agit de plus loin sur un autre aimant, ou sur le fer aimanté, que sur le fer qui ne l'est pas (*t*).

On peut reconnoître assez précisément les effets de l'attraction de l'aimant sur le fer, & sur le fer aimanté, par le moyen des boussoles dont l'aiguille nous offre aussi, par son mouvement, les autres phénomènes du magnétisme général. La direction de l'aiguille vers les parties polaires du globe terrestre, sa déclinaison & son inclinaison dans les différens lieux du globe, sont les effets de ce magnétisme, dont nous avons tiré le grand moyen de parcourir les mers & les terres inconnues, sans autre guide que cette aiguille qui seule peut nous conduire, lorsque l'aspect du ciel nous manque, & que tous les astres sont voilés par les nuages, les brouillards & les brumes (*u*).

(*t*) Les distances auxquelles l'aimant agit sur le fer aimanté & sur celui qui ne l'est pas, sont dans le rapport de 5 à 2. *Muschembroëck*, *page* 117.

(*u*) Il faut que les aiguilles des boussoles soient faites de bon acier homogène, sans soufflures ni fêlures; leur surface doit être polie, sans inégalités ni cavités, sur-tout sans points saillans qui ne manqueroient pas de troubler l'effet général du magnétisme par des effets particuliers & contraires; leur forme doit être aussi simple que leur matière est pure; il faut seulement que ces aiguilles diminuent, & se terminent en pointe aux deux extrémités.

Ces aiguilles une fois bien aimantées, sont de véritables aimans; elles nous en présentent tous les phénomènes, & même les démontrent d'une maniere plus précise qu'on ne pourroit les reconnoître dans les aimans mêmes; car l'aimant & le fer bien aimanté, produisent les mêmes effets, & lorsqu'une petite barre d'acier a été aimantée au point de prendre toute la vertu magnétique, dont elle est susceptible, c'est dès-lors un aimant qui, comme le véritable aimant, peut com-

---

On a reconnu, après plusieurs essais, qu'une aiguille de cinq pouces & demi ou six pouces de longueur, étoit plus précise dans ses indications de la déclinaison, que les aiguilles plus courtes ou plus longues; le poids de cette aiguille de six pouces sera de cent cinquante ou cent soixante grains. Si elle étoit plus légère, elle seroit moins assurée sur son pivot; & si elle étoit plus pesante; la résistance, par le frottement sur ce même pivot, la rendroit moins agile. Les aiguilles, pour les boussoles d'inclinaison, doivent être un peu plus longues. On aura soin de tremper les unes & les autres, pour en rendre l'acier plus élastique, & on leur donnera la couleur bleue, pour les préserver plus long-temps de la rouille. Ce pivot ne sera ni de fer ni d'acier, mais de cuivre, ou de toute autre matière dure & susceptible de poli; l'extrémité de ce pivot doit être arrondie & convexe, pour entrer & s'ajuster exactement dans la cavité de la chappe, qui sera de la même matière dure & polie; & si l'on enduit cette cavité d'un peu d'huile, ou mieux encore d'une petite quantité de poudre très fine, de talc ou de molybdène, le mouvement de l'aiguille aura toute la liberté

muniquer ſa force, ſans en rien perdre, à tous les fers & à tous les aciers qu'on lui préſentera.

Mais ni l'aimant naturel, ni ces aimans artificiels, ne communiquent pas d'abord autant de force qu'ils en ont; une lame de fer ou d'acier paſſée ſur l'aimant, en reçoit une certaine meſure de vertu magnétique, qu'on eſtime par le poids que cette lame peut ſoutenir; ſi l'on paſſe une ſeconde lame ſur la premiere, cette ſeconde lame ne recevra

---

que l'on peut lui donner ou plutôt obtenir. Pour faire des aiguilles de bouſſoles, dit Muſchembroëck, l'acier doit être préféré au fer, parce qu'il prend beaucoup plus de force magnétique. On a obſervé qu'il en recevoit juſqu'à ſept fois plus; il la reçoit, à la vérité, plus lentement, mais il la conſerve beaucoup plus long-temps que le fer. *Diſſertatio de Magnete, page* 230.

Les aiguilles aimantées, de différentes longueurs, ne s'arrêtent pas préciſément dans la même direction, quoiqu'on leur préſente un ſeul & même aimant; mais c'eſt leur différente forme qui donne lieu à cette différence; celles qui m'ont le mieux réuſſi, c'eſt-à-dire, celles dont la direction a toujours été la même, avoient les deux bouts droits & ſemblables. *Mémoire ſur les Aiguilles aimantées, par M. du Fay, dans ceux de l'Académie des Sciences, année* 1733..... Suivant M. Mitchel, la meilleure proportion des dimenſions pour faire des aiguilles de bouſſole, ou des lames d'acier artificielles, eſt ſix pouces de longueur, ſix lignes de largeur, & un tiers de ligne d'épaiſſeur.

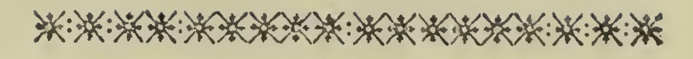
de même qu'une partie de la force de la premiere, & ne pourra soutenir qu'un moindre poids ; une troisième lame passée sur la seconde, ne prendra de même qu'une portion de la force de cette seconde lame ; & enfin dans une quatrième lame passée sur la troisième, la vertu communiquée sera presque insensible ou même nulle.

Chacune de ces lames conserve néanmoins toute la vertu qu'elle a reçue, sans perte ni diminution, quoiqu'elles paroissent en faire largesse en la communiquant ; car l'aimant ou le fer aimanté ne font aucune dépense réelle de cette force ; elle ne leur appartient donc pas en propre, & ne fait pas partie de leur substance ; ils ne font que la déterminer plus ou moins vers le fer qui ne l'a pas encore reçue.

Ainsi, je le répète, cette force ne réside pas en quantité réelle & matérielle dans l'aimant, puisqu'elle passe sans diminution de l'aimant au fer & du fer au fer, qu'elle se multiplie au lieu de s'évanouir, & qu'elle augmente au lieu de diminuer par cette communication ; car chaque lame de fer en acquiert sans que les autres en perdent, & la force reste évidemment la même dans chacune, après mille & mille communications. Cette force est donc extérieure, & de plus, elle est, pour ainsi dire, infinie relativement aux petites masses de l'aimant & du fer, qui ne font que la déterminer vers leur propre substance ; elle existe à part, & n'en existeroit pas moins, quand il n'y auroit

point de fer ni d'aimant dans le monde ; mais il eſt vrai qu'elle ne produiroit pas les mêmes effets, qui tous dépendent du rapport particulier que la matiere ferrugineuſe ſe trouve avoir avec l'action de cette force.





ARTICLE IV.

Divers procédés pour produire & compléter l'aimantation du Fer.

PLUSIEURS circonstances concourent à rendre plus ou moins complète la communication de la force magnétique de l'aimant au fer; premierement, tous les aimans ne donnent pas au même fer une égale force attractive; les plus forts lui communiquent ordinairement plus de vertu que les aimans plus foibles; secondement, la qualité du fer influe beaucoup sur la quantité de vertu magnétique qu'il peut recevoir du même aimant; plus le fer est pur, & plus il peut s'aimanter fortement; l'acier, qui est le fer le plus épuré, reçoit plus de force magnétique, & la conserve plus long-temps que le fer ordinaire; troisièmement, il faut une certaine proportion dans les dimensions du fer ou de l'acier que l'on veut aimanter, pour qu'ils reçoivent la plus grande force magnétique qu'ils peuvent comporter; la longueur, la largeur & l'épaisseur de ces fers ou aciers, ont leurs proportions & leurs limites; ces dimensions respectives ne doivent être ni trop grandes ni trop petites, & ce n'est qu'après une infinité de tâtonnemens qu'on a pu déterminer à-peu-près leurs proportions relatives, dans

les maſſes de fer ou d'acier que l'on veut aimanter au plus haut degré (*a*).

Lorſqu'on préſente à un aimant puiſſant du fer doux & du fer dur, les deux fers acquierent la vertu magnétique, & en reçoivent autant qu'ils peuvent en comporter, & le fer dur, qui en comporte le plus, peut en recevoir davantage; mais ſi l'aimant n'eſt pas aſſez puiſſant pour communiquer aux deux fers toute la force qu'ils peuvent recevoir, on trouvera que le fer tendre, qui reçoit avec plus de facilité la vertu magnétique, aura, dans le même temps, acquis plus de force que le fer dur. Il peut auſſi arriver que l'action de l'aimant ſur les fers ſoit telle, que le fer tendre ſera pleinement imprégné, tandis que le fer dur n'aura pas été expoſé à cette action pendant aſſez de temps, pour recevoir toute la force magnétique qu'il peut comporter, de ſorte que tous deux peuvent préſenter, dans ces deux cas, des forces magnétiques égales, ce qui explique les con-

---

(*a*) » Il faut une certaine proportion déterminée entre la longueur, la largeur & l'épaiſſeur d'un morceau de fer ou d'acier, pour qu'il prenne la plus grande force magnétique poſſible; car, lorſque ces dimenſions ſont trop petites ou trop grandes, il prend moins de force dans les deux cas; mais la plus grande différence ſe trouve entre deux morceaux, dont l'un auroit dix pouces de longueur, & l'autre quatre pouces, car celui-ci n'a porté, dans l'expérience, qu'un grain & demi, tandis que l'autre en portoit trente-trois «. *Muſchembroëck, expérience* 32.

traditions des Artistes sur la qualité du fer qu'on doit préférer pour faire des aimans artificiels (*b*).

Une verge de fer, longue & menue, rougie au feu, & ensuite plongée perpendiculairement dans l'eau, acquiert, en un moment, la vertu magnétique. L'on pourroit donc aimanter promptement des aiguilles de boussole sans aimant. Il suffiroit, après les avoir fabriquées, de les faire rougir au feu, & de les tremper ensuite dans l'eau froide (*c*). Mais, ce qui paroît singulier, quoique naturel, c'est-à-dire, dépendant des mêmes causes, c'est que le fer en incandescence, comme l'on voit, s'aimante très promptement, en le plongeant verticalement dans l'eau pour le refroidir, au lieu que le fer aimanté perd sa vertu magnétique par le feu, & ne la reprend pas étant de même plongé dans l'eau. Et c'est parce qu'il conserve un peu de cette vertu que le feu ne lui enlève pas toute entiere; car cette portion qu'il conserve de son ancien magnétisme, l'empêche d'en recevoir un nouveau.

On peut faire avec l'acier des aimans artificiels, aussi puissans, aussi durables que les meilleurs aimans naturels; on a même observé

(*b*) Voyez l'Ouvrage de M. Epinus, *page* 367.

(*c*) Nous devons cependant observer que ces aiguilles ne sont pas aussi actives, ni aussi précises que celles qu'on a aimantées, en les passant vingt ou trente fois dans le même sens, sur le pole d'un aimant bien armé.

qu'un aimant bien armé, donne à l'acier plus de vertu magnétique qu'il n'en a lui même. Ces aimans artificiels demandent seulement quelques attentions dans la fabrication, & de justes proportions dans leurs dimensions (*d*). Plusieurs Physiciens, & quelques Artistes habiles, ont, dans ces derniers tems, si bien

---

(*d*) Pour rendre le fer un véritable aimant, il faut, 1°. le frotter sur un des poles d'un aimant bien armé; 2°. plus on passe lentement le fer, & plus on le presse contre cette armure, ou pole de l'aimant, & plus il reçoit de force magnétique; 3°. il ne faut aimanter le fer qu'en le frottant sur l'armure d'un seul pole, & non pas successivement sur les deux poles; 4°. il faut frotter le fer sur toute sa longueur, & on remarque que l'extrémité qui touche le pole la dernière, conserve le plus de force; 5°. un morceau d'acier poli reçoit plus de vertu magnétique qu'un morceau de fer simple & de même figure; &, toutes choses d'ailleurs égales, on aimante plus fortement un morceau de fer long, mince & pointu, qu'un autre d'une forme toute différente; 6°. c'est par la raison de la plus grande longueur, qu'une lame d'épée, par exemple, reçoit plus de vertu magnétique qu'une lame de couteau; cependant il y a de certaines proportions d'épaisseur & de longueur, hors desquelles le fer reçoit moins de vertu magnétique; il est certain qu'on peut donner à des barreaux d'acier, d'une figure convenable & trempés fort durs, une quantité de vertu magnétique très considérable. L'acier trempé a cet avantage sur le fer & sur l'acier doux, qu'il retient beaucoup plus de vertu magnétique, quoiqu'il ait plus de peine à s'en charger. *Extrait de l'article Aimant, dans l'Encyclopédie, par M.*

réussi, tant en France (*e*) qu'en Angleterre; qu'on pourroit, au moyen d'un de ces aimans artificiels, se passer à l'avenir des aimans de nature.

Il y a plus; on peut, sans aimant ni fer aimanté, & par un procédé aussi remarquable qu'il est simple, exciter dans le fer la vertu magnétique à un très-haut degré; ce procédé consiste à poser sur la surface polie d'un forte pièce de fer, telle qu'une enclume, des bar-

---

le Monnier. .. M. du Fay dit que la figure des morceaux de fer que l'on veut aimanter, contribue beaucoup à la formation des poles, ou plutôt à leur établissement. Par exemple, on ne parviendra que difficilemement à établir des poles sur un morceau de fer, dont la forme est sphérique; car il eut beau frotter une petite boule de fer sur un bon aimant, il ne put jamais parvenir à lui donner des poles bien déterminés. *Mémoires de l'Academie des Sciences*, 1733. Ce que dit ici M. du Fay, est vrai en général; cependant cela dépend encore de la force des aimans qu'on emploie pour communiquer la vertu magnétique à ces boules; car M. Knigth a très bien aimanté de petites boules de fer, en employant des aimans artificiels très vigoureux.

(*e*) M. le Noble, Chanoine de Saint-Louis-du-Louvre, s'est sur-tout distingué dans cet art; il a composé des aimans artificiels de plusieurs lames d'acier réunies; il a trouvé le moyen de les aimanter plus fortement, & de leur donner les figures & les dimensions convenables, pour produire les plus grands effets; &, comparaison faite des aimans de M. le Noble, avec ceux d'Angleterre, ils m'ont paru au moins égaux, & même supérieurs.

reaux d'acier, & à les frotter enſuite un grand nombre de fois, en les retournant ſur leurs différentes faces, toujours dans le même ſens, au moyen d'une groſſe barre de fer tenue verticalement, & dont l'extrémité inférieure, pour le plus grand effet, doit être aciérée & polie. Les barreaux d'acier ſe trouvent après ces frottemens fortement aimantés, ſans que l'enclume ni la barre, qui ſemblent leur communiquer la vertu magnétique, la poſſèdent ou la prennent ſenſiblement elles-mêmes; & rien ne ſemble plus propre à démontrer l'affinité réelle & le rapport intime du fer avec la force magnétique, lors même qu'elle ne s'y manifeſte pas ſenſiblement, & qu'elle n'y eſt pas formellement établie, puiſque ne la poſſédant pas, il la communique en déterminant ſon cours, & ne lui ſervant que de conducteur.

MM. Mitchel & Canton, au lieu de ſe ſervir d'une ſeule barre de fer, pour produire des aimans artificiels, ont employé, avec ſuccès, deux barres déjà magnétiques; leur méthode a été appellé méthode du double contact, à cauſe du double moyen qu'ils ont préféré. Elle a été perfectionnée par M. Epinus, qui a cherché & trouvé la manière la plus avantageuſe de placer les forces dans les aimans artificiels, afin que celles qui attirent & celles qui repouſſent, ſe ſervent le plus & ſe nuiſent le moins poſſible. Voici ſon procédé, qui eſt l'un des meilleurs auxquels on puiſſe avoir recours pour cet effet, & nous penſons qu'on doit le préférer pour aimanter les aiguilles des bouſſoles. M. Epinus ſuppoſe que l'on veuille augmenter juſqu'au degré de ſaturation la

vertu de quatre barres déjà douée de quelque magnétisme. Il en met deux horizontalement, parallélement, & à une certaine distance l'une de l'autre, entre deux parallélipipèdes de fer; il place sur une de ces barres horizontales les deux autres barres qui lui restent; il les incline, l'une à droite, l'autre à gauche, de manière qu'elles forment un angle de quinze à vingt degrés avec la barre horizontale, & que leurs extrémités inférieures ne soient séparées que par un espace de quelques lignes; il les conduit ensuite d'un bout de la barre à l'autre, alternativement dans les deux sens, & en les tenant toujours à la même distance l'une de l'autre; après que la première barre horizontale a été ainsi frottée sur ses deux surfaces, il répète l'opération sur la seconde barre; il remplace alors la première paire de barres par la seconde, qu'il place de même entre les deux parallélipipèdes, & qu'il frotte de la même manière que nous venons de le dire avec la première paire; il recommence ensuite l'opération sur cette première paire, & il continue de frotter alternativement une paire sur l'autre, jusqu'à ce que les barres ne puissent plus acquérir du magnétisme. M. Epinus emploie le même procédé avec trois barres, ou avec un plus grand nombre; mais, selon lui, la manière la plus courte & la plus sûre, est d'aimanter quatre barres; on peut coucher entièrement les aimans sur la barre que l'on frotte, au lieu de leur faire former un angle de quinze ou vingt degrés, si la barre est assez courte pour que ses extrémités ne se trouvent par trop voisines des poles extérieurs des aimans, qui jouissent de

de forces oppoſées à celles de ces extrémités.

Lorſque la barre à aimanter eſt très-longue, il peut ſe faire que l'ingénieux procédé de M. Epinus, ainſi que celui de M. Canton, produiſe une ſuite de poles alternativement contraires, ſur-tout ſi le fer eſt mou, & par conſéquent ſuſceptible de recevoir plus promptement le magnétiſme.

M. Epinus s'eſt ſervi du procédé du double contact de deux manières; 1.° avec quatre barres d'un fer médiocrement dur, longues de deux pieds, larges d'un pouce & demi, épaiſſes d'un demi-pouce; & douze lames d'acier de ſix pouces de long, de quatre lignes de large, & d'une demi-ligne d'épais. Les quatre premières étoient d'un acier mou, quatre autres avoient la dureté de l'acier ordinaire, avec lequel on fait les reſſorts, & les quatre autres barres étoient d'un acier dur juſqu'au plus haut degré de fragilité. Il a tenu verticalement une des grandes barres & l'a frappée fortement, environ deux cens fois, à l'aide d'un gros marteau; elle a acquis, par cette percuſſion, une vertu magnétique aſſez forte, pour ſoutenir un petit clou de fer; l'extrémité inférieure a reçu la vertu du pole boréal, & l'extrémité ſupérieure la vertu du pole auſtral; il a aimanté de même les autres trois grandes barres. Il a enſuite placé l'une des petites lames d'acier mou, ſur une table entre deux des grandes barres, comme dans le procédé du double contact, & l'a frottée ſuivant le même procédé, avec les deux autres grandes barres; il l'a ainſi magnétiſée; il l'a ſucceſſivement remplacée par les trois autres lames

d'acier mou, & a porté la force magnétique de ces quatre lames au degré de saturation; il a placé, après cela, deux des lames qui avoient la dureté des ressorts, entre deux parallélipipèdes de fer mou, les a frottées avec deux faisceaux formés des quatre grandes barres, a fait la même opération sur les deux autres, a remplacé les quatre grandes barres par les quatre petites lames d'acier mou, & a porté ainsi jusqu'à la saturation la force magnétique des quatre lames ayant la dureté des ressorts : il a terminé son procédé par répéter la même opération, & pour aimanter jusqu'à saturation les lames qui présentoient le plus de dureté, il les a substituées à celles qui n'avoient que la dureté du ressort, & il a mis celles-ci à la place des grandes barres.

La seconde manière que M. Epinus a employée, ne diffère de la première, qu'en ce qu'il a fait faire les quatre grandes barres d'un fer très-mou, & qu'il a mis la petite lame molle à aimanter, ainsi que les deux grandes barres placées à son extrémité, dans la direction de l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Il a ensuite frotté la petite lame d'acier avec les deux autres grandes barres, en les tenant parallèlement à la petite lame, ou en ne leur faisant former qu'un angle très-aigu (*f*).

Si l'on approche d'un aimant une longue barre de fer, la portion la plus voisine de l'aimant acquiert à cette extrémité, comme nous

(*f*) Epinus, numéros 255, 383 & suivans.

l'avons dit, un pole opposé à celui qu'elle touche; une seconde portion de cette même barre offre un pole contraire à celui de la portion contigue à l'aimant; une troisième présente le même pole que la première; une quatrième, que la seconde, & ainsi de suite; les poles alternativement opposés de ces quatre parties de la barre, sont d'autant plus foibles, qu'ils s'éloignent davantage de l'aimant, & leur nombre, toutes choses égales, est proportionné à la longueur de la barre (*g*).

Si on applique le pole d'un aimant sur le milieu d'une lame, elle acquiert, dans ce point, un pole contraire, & dans les deux extrémités, deux poles semblables à celui qui la touche; si le fer est épais, la surface opposée à l'aimant acquiert aussi un pole semblable à celui qui est appliqué contre le fer, & si la barre est un peu longue, les deux extrémités présentent la suite des poles alternativement contraires, & dont nous venons de parler (*h*).

La facilité avec laquelle le fer reçoit la vertu magnétique par le contact ou le voisinage d'un aimant, l'attraction mutuelle des poles opposés, & la répulsion des poles semblables, sont confirmées par les phénomènes suivans.

Lorsque l'on donne à un morceau de fer la forme d'une fourche, & qu'on applique une des branches à un aimant, le fer devient ma-

---

(*g*) Epinus, numéro 203.

(*h*) *Idem*, numéros 211 & 212.

gnétique, & son extrémité inférieure peut soutenir une petite masse de fer; mais si on approche de la seconde branche de la fourche un aimant dont le pole soit opposé à celui du premier aimant, le morceau de fer soumis à deux forces qui tendent à se détruire, recevant deux vertus contraires, ou, pour mieux dire, n'en recevant plus aucune, perd son magnétisme, & laisse échapper le poids qu'il soutenoit.

Si l'on suspend un petit fil de fer mou, long de quelques pouces, & qu'on approche un aimant de son extrémité inférieure, en présentant aussi à cette extrémité un morceau de fer, ce morceau acquerra une vertu opposée à celle du pole voisin de l'aimant, il repoussera l'extrémité inférieure du fil de fer qui aura obtenu une force semblable à celle qu'il possédera, & attirera l'extrémité supérieure qui jouira d'une vertu contraire.

Lorsqu'on suspend un poids à une lame d'acier mince, aimantée & horizontale, & que l'on place au-dessus de cette lame une seconde lame aimantée, de même force, d'égale grandeur, couchée sur la première, la recouvrant en entier, & présentant un pole opposé au pole qui soutient le poids, ce poids n'est plus retenu. Si la lame supérieure jouit d'une plus grande force que l'inférieure, le poids tombera avant qu'elle ne touche la seconde lame; mais, en continuant de l'approcher, elle agira par son excès de force sur les nouveaux poids qu'on lui présentera, & les soutiendra, malgré l'action contraire de la lame inférieure.

Lorsqu'on suspend un poids à un aimant, & que l'on approche un second aimant au-dessus de ce poids, la force du premier aimant est augmentée dans le cas où les poles contraires sont opposés, & se trouve diminuée quand les poles semblables sont les plus voisins; les mêmes effets arriveront, & le poids sera également soumis à deux forces, agissant dans la même direction, si l'on remplace le second aimant par un morceau de fer auquel la proximité du premier aimant communiquera une vertu magnétique opposée à celle du pole le plus voisin (*i*). Ceci avoit été observé précédemment par M. de Réaumur, qui a reconnu qu'un aimant enlevoit une masse de fer placée sur une enclume de fer, avec plus de facilité que lorsqu'elle étoit placée sur une autre matière.

Les faits que nous venons de rapporter, nous démontrent (*k*) pourquoi un aimant acquiert une nouvelle vertu, en soutenant du fer qu'il aimante par son voisinage, & pourquoi, si on lui enlève des poids qu'on étoit parvenu à lui faire porter, en le chargeant graduellement, il refuse de les soutenir lorsqu'on les lui rend tous à-la-fois.

L'expérience nous apprend, dit M. Epinus, que le fer exposé à un froid très-âpre, devient beaucoup plus dur & plus cassant; ainsi, lorsqu'on aimante une barre de fer, le degré de la

(*i*) Epinus, numéros 156 & suivans.

(*k*) *Idem*, numéros 208.

force qu'elle acquiert, dépend, selon lui, en grande partie du degré de froid auquel elle est exposée, en sorte que la même barre aimantée de la même manière, n'acquiert pas dans l'été la même vertu que dans l'hiver, sur-tout pendant un froid très rigoureux ; néanmoins ce savant Physicien convient qu'il faudroit confirmer ce fait par des expériences exactes & réitérées (*l*). Au reste, on peut assurer qu'en général la grande chaleur & le grand froid diminuent la vertu magnétique des aimans & des fers aimantés, en modifiant leur état, & en les rendant par-là plus ou moins susceptibles de l'action de l'électricité générale (*m*).

On peut voir, dans l'essai sur le fluide électrique de feu M. le Comte de Tressan, une

---

(*l*) M. Epinus dit s'être assuré que le fer dur conserve sa vertu magnétique beaucoup plus que le fer tendre ; il dit aussi que ce fer dur l'acquiert au plus haut degré en restant très long-temps dans la situation favorable au magnétisme, & que, quand les fers durs se trouvent dans cette position convenable pendant plusieurs années, ils prennent une si grande force magnétique, que ces aimans, produits par le temps, sont quelquefois plus vigoureux que les aimans tirés immédiatement de leurs mines.... Voyez l'Ouvrage de M. Epinus, qui a pour titre ; *Tentamen theoriæ Electricitatis & Magnetismi. Petropoli*, 1759, *in-4°.*, *numéros* 345 *&* 367.

(*m*) M. de Rozières, que nous avons déjà cité, l'a prouvé par plusieurs expériences..... Lettre de M. de Rozières, Capitaine au Corps-Royal du Génie, à M. le Comte de Buffon, du 14 Décembre 1786.

expérience du Docteur Knight que j'ai cru devoir rapporter ici, parce qu'elle est relative à l'aimantation du fer, & d'ailleurs parce qu'elle peut servir à rendre raison de plusieurs autres expériences surprenantes en apparence, & dont la cause a été pendant long-temps cachée aux Physiciens (*n*). Au reste, elle s'ex-

---

(*n*) » L'expérience, dit M. de Tressan, la plus singulière à faire sur les aimans artificiels du docteur Knigth, est celle dont il m'envoya les détails de Londres, en 1748, avec l'appareil nécessaire pour la répéter. Non-seulement M. Knigth avoit déjà trouvé alors le secret de donner un magnétisme puissant à des barres de quinze pouces de longueur, faites d'un acier parfaitement dur, telles que celles qui sont aujourd'hui connues; mais il avoit inventé une composition dont il s'est réservé le secret, avec laquelle il forme de petites pierres, d'une matière noire (en apparence pierreuse & métallique). Celles qu'il m'a envoyées ont un pouce de long, huit lignes de large, & deux bonnes lignes d'épaisseur; il y a joint plusieurs petites balles de la même composition; les petites balles que j'ai, ont l'une cinq, l'autre quatre, & les autres trois lignes de diamètre. Il nomme ces petites sphères *Terrella*.

» Je fus moins surpris de trouver un fort magnétisme dans les petits quarrés longs, que je ne le fus de le trouver égal dans les petites terrella, dont les poles sont bien décidés & bien fixes, ces petites sphères s'attirant & se repoussant vivement, selon les poles qu'elles se présentent.

» Je préparai donc, (selon l'instruction que j'avois reçue de M. Knigth) une glace bien polie & posée bien

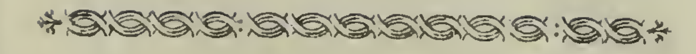
plique très-aisément par la répulsion des poles semblables & l'attraction des poles de différent nom.

---

horizontalement, je disposai en rond cinq de ces terrella, & je plaçai au milieu un de ces aimans factices de la même matière, lequel je pouvois tourner facilement sur son centre ; je vis sur-le-champ toutes les terrella s'agiter & se retourner pour présenter à l'aimant factice la polarité correspondante à la sienne ; les plus légères furent plusieurs fois attirées jusqu'au contact, & ce ne fut qu'avec peine que je parvins à les placer à la distance proportionnelle, en raison composée de leurs sphères d'activité respective. Alors, en tournant doucement l'aimant sur son centre, j'eus la satisfaction de voir toutes ces terrella tourner sur elles-mêmes, par une rotation correspondante à celle de cet aimant ; & cette rotation étoit pareille à celle qu'éprouve une roue de rencontre, lorsqu'elle est mûe par une autre roue à dents ; de sorte que lorsque je retournois mon aimant, de la droite à la gauche, la rotation des terrella étoit de la gauche à la droite ; & l'inverse arrivoit toujours, lorsque je tournois mon aimant de l'autre sens ». *Essai sur le fluide électrique, par M. le Comte de Tressan. Paris*, 1786, *tome premier*, *pages* 26 *jusqu'à* 29.



ARTICLE



ARTICLE V.

De la direction de l'Aimant, & de sa déclinaison.

Après avoir considéré les effets de la force attractive de l'aimant, considérons les phénomènes de ses forces directives. Un aimant, ou ce qui revient au même, une aiguille aimantée, se dirige toujours vers les poles du globe, soit directement, soit obliquement, en declinant à l'est ou à l'ouest, selon les temps & les lieux; car ce n'est que pendant un assez petit intervalle de temps, comme de quelques années, que dans un même lieu, la direction de l'aimant paroît être constante, & en tout temps il n'y a que quelques endroits sur la terre où l'aiguille se dirige droit aux poles du globe, tandis que par-tout ailleurs elle décline de plus ou moins de degrés à l'est ou à l'ouest, suivant les différentes positions de ces mêmes lieux.

Les grandes ou petites aiguilles aimantées sur un aimant fort ou foible, contre les poles ou contre les autres parties de la surface de ces aimans, prennent toutes la même direction en marquant également la même déclinaison dans chaque lieu particulier.

Les François sont, de l'aveu même des étrangers, les premiers en Europe qui aient fait usage de cette connoissance de la direction

de l'aimant pour se conduire dans leurs navigations (*a*) ; dès le commencement du douzième siècle, ils naviguoient sur la méditerranée guidés par l'aiguille aimantée, qu'ils appelloient la marinette (*b*) ; & il est à présumer que, dans ce temps, la direction de l'aimant étoit constante, car cette aiguille n'auroit pu guider les Navigateurs qui ne connoissoient pas ses variations, & ce n'est que dans les siécles suivans qu'on a observé sa déclinaison dans les différens lieux de la terre, & même aujourd'hui l'art nécessaire à la précision de ces observations n'est pas encore à sa perfection. La marinette n'étoit qu'une boussole imparfaite, & notre compas de mer, qui est la boussole perfectionnée, n'est pas encore un guide aussi fidèle qu'il seroit à desirer ; nous ne pouvons même guère espérer de le

(*a*) Par le témoignage des Auteurs Chinois, dont MM. le Roux & de Guignes ont fait l'extrait, il paroît certain que la propriété qu'a le fer aimanté de se diriger vers les poles, a été très anciennement connue des Chinois ; la forme de ces premières boussoles étoit une figure d'homme qui tournoit sur un pivot, & dont le bras droit montroit toujours le midi. Le temps de cette invention, suivant certaines chroniques de la Chine, est de 1115 ans avant l'ère chrétienne, & 2700 selon d'autres. (Voyez l'Extrait des Annales de la Chine, par MM. le Roux & de Guignes). Mais, malgré l'ancienneté de cette découverte, il ne paroît pas que les Chinois en aient jamais tiré l'avantage de faire de longs voyages.

(*b*) Muschembroëck. *Dissertatio de Magnete.*

rendre plus sûr, malgré les obſervations très-multipliées des Navigateurs dans toutes les parties du monde, parce que la déclinaiſon de l'aimant change ſelon les lieux & les temps. Il faut donc chercher à reconnoître ces changemens de direction en différens temps, pendant un auſſi grand nombre d'années que les obſervations peuvent nous l'indiquer, & enſuite les comparer aux changemens de cette déclinaiſon dans un même temps, en différens lieux.

En recueillant le petit nombre d'obſervations faites à Paris dans les ſeizième & dix-ſeptième ſiècles, il paroît qu'en l'année 1580, l'aiguille aimantée déclinoit de onze degrés trente minutes vers l'eſt; qu'en 1618, elle déclinoit de huit degrés, & qu'en l'année 1663 elle ſe dirigeoit droit au pole; l'aiguille aimantée s'eſt donc ſucceſſivement approchée du pole de onze degrés trente minutes pendant cette ſuite de quatre-vingt-trois ans, mais elle n'eſt demeurée qu'un an ou deux ſtationnaire, dans cette direction où la déclinaiſon eſt nulle; après quoi l'aiguille s'eſt de plus en plus éloignée de la direction au pole (*c*), toujours

(*c*) Dans l'année 1670, la déclinaiſon étoit de 1 deg. 30 min. vers l'oueſt, & l'aiguille a continué de décliner dans les années ſuivantes, toujours vers l'oueſt; en 1680, elle déclinoit de 2 deg. 40 min. En 1681, de 2 deg. 30 min. En 1683, de 3 deg. 50 min. En 1684, de 4 deg. 10 min. En 1685, de 4 deg. 10 min. En 1686, de 4 deg. 30 min. En 1692, de 5 deg. 50 min. En 1693, de

en déclinant vers l'ouest; de sorte qu'en 1785, le 30 Mai, la déclinaison étoit à Paris de vingt-deux degrés (*d*). De même on peut voir, par les observations faites à Londres, qu'avant l'année 1657 l'aiguille déclinoit à l'est, & qu'après cette année 1657, où sa direction

---

6 deg. 20 min. En 1695, de 6 deg. 48 min. En 1696, de 7 deg. 8 min. En 1698, de 7 deg. 40 min. En 1699, de 8 deg. 10 min. En 1700, de 8 deg. 12 min. En 1701, de 8 deg. 25 min. En 1702, de 8 deg. 48 min. En 1703, de 9 deg. 6 min. En 1704, de 9 deg. 20 min. En 1705, de 2 deg. 35 min. En 1706, de 9 deg. 48 min. En 1707, de 10 deg. 10 min. en 1708, de 10 deg. 15 min. En 1709, de 11 deg. 15 min. En 1714, de 11 deg. 30 min. En 1717, de 12 deg. 20 min. En 1719, de 12 deg. 30 min. En 1720, 1721, 1722, 1723 & 1724, de 13 deg. En 1725, de 13 deg. 15 min. En 1727 & 1728, de 14 deg. *Muschembroëck, Dissertatio de Magnete, page* 152... En 1729, de 14 deg. 10 minutes. En 1730, de 14 deg. 25 min. En 1731, de 14 degrés 45 min. En 1732 & 1733, de 15 deg. 15 min. En 1734 & 1740, de 15 deg. 45 min. En 1744, 1745, 1746, 1747 & 1749, de 16 deg. 30 min. *Encyclopédie*, *article Aiguille aimantée.* En 1755, de 17 deg. 30 min. En 1756, 17 deg. 45 min. En 1757 & 1758, de 18 deg. En 1759, de 18 deg. 10 min. En 1760, de 18 deg. 20 min. En 1765, de 18 deg. 55 min. 20 sec. En 1767, de 19 deg. 16 min. En 1768, de 19 deg. 25 min. *Connoissance des temps*, années 1769, 1770, 1771 & 1772.

(*d*) Extrait des Observations faites à l'Observatoire royal, en l'année 1785.

tendoit droit au pole, elle a décliné successivement vers l'ouest (*e*).

La déclinaison s'est donc trouvée nulle à Londres, six ans plutôt qu'à Paris, & Londres est plus occidental que Paris de deux degrés vingt-cinq minutes. Le méridien magnétique coincidoit avec le méridien de Londres en 1657, & avec le méridien de Paris en 1663; il a donc subi, pendant ce temps, un changement d'occident en orient, par un mouvement de deux degrés vingt-cinq minutes en six ans, & l'on pourroit croire que ce mouvement seroit relatif à l'intervalle des méridiens terrestres, si d'autres observations ne s'opposoient pas à cette supposition; le méridien magnétique de la ligne sans déclinaison, passoit par Vienne en Autriche, dès l'année 1638; cette ligne auroit donc dû

(*e*) L'aiguille aimantée n'avoit aucune déclinaison à Vienne, en Autriche, dans l'année 1638, elle n'en avoit de même aucune en 1600 au Cap des Aiguilles, en Afrique: &, avant ces époques, la déclinaison étoit vers l'est dans tous les lieux de l'Europe & de l'Afrique. *Muschembroëck, page* 166...... Ceci semble prouver que la marche de la ligne sans déclinaison, ne se fait pas par un mouvement régulier, qui rameneroit successivement la déclinaison, de l'est à l'ouest; car Vienne étant à quatorze degrés deux minutes trente secondes à l'est de Paris, cette ligne sans déclinaison auroit dû arriver à Paris, plutôt qu'à Londres, qui est à l'ouest de Paris, & l'on voit que c'est tout le contraire, puisqu'elle est arrivée six ans plutôt à Londres qu'à Paris.

arriver à Paris plutôt qu'à Londres; & c'est cependant à Londres qu'elle est arrivée six ans plutôt qu'à Paris. Cela nous démontre que le mouvement de cette ligne n'est point du tout relatif aux intervalles des méridiens terrestres.

Il ne me paroît donc pas possible de déterminer la marche de ce mouvement de déclinaison, parce que sa progression est plus qu'irrégulière, & n'est point du tout proportionnelle au temps, non plus qu'à l'espace; elle est tantôt plus prompte, tantôt plus lente, & quelquefois nulle; l'aiguille demeurant stationnaire, & même devenant rétrograde pendant quelques années, & reprenant ensuite un mouvement de déclinaison dans le même sens progressif. M. Cassini, l'un de nos plus savans Astronomes, a été informé qu'à Quebec la déclinaison n'a varié que de trente minutes, pendant 37 ans consécutifs; c'est peut-être le seul exemple d'une station aussi longue; mais on a observé plusieurs stations moins longues en différens lieux : par exemple, à Paris, l'aiguille a marqué la même déclinaison pendant cinq années, depuis 1720 jusqu'en 1724, & aujourd'hui ce mouvement progressif est fort ralenti; car, pendant seize années, la déclinaison n'a augmenté que de deux degrés, ce qui ne fait que sept minutes & demie par an, puisqu'en 1769, la declinaison étoit de vingt degrés, & qu'en 1785, elle s'est trouvée de vingt-deux (*f*). Je ne

---

(*f*) Ce fait est confirmé par les observations de M.

crois donc pas que l'on puiſſe, par des obſervations ultérieures & même très multipliées, déterminer quelque choſe de précis ſur le mouvement progreſſif ou rétrograde de l'aiguille aimantée, parce que ce mouvement n'eſt point l'effet d'une cauſe conſtante, ou d'une loi de la Nature, mais dépend de circonſtances accidentelles, particulieres à certains lieux, & variables ſelon les temps; je crois pouvoir aſſurer, comme je l'ai dit, que le défrichement des terres, & la découverte ou l'enfouiſſement des mines de fer, ſoit par les tremblemens de terre, les effets des foudres ſouterraines & de l'éruption des volcans, ſoit par l'incendie des forêts, & même par le travail des hommes, doivent changer la poſition des poles magnétiques ſur le globe, & fléchir en même-temps la direction de l'aimant.

En 1785, la déclinaiſon de l'aiguille aimantée étoit de vingt-deux degrés: en 1784, elle n'a été que de vingt-un degrés vingt-une minutes; en 1783, de vingt-un degrés onze minutes (*g*); en 1782, de vingt-un degrés trente-ſix minutes (*h*).

Et en conſultant les obſervations qui ont

Cotte, qui prouvent que la déclinaiſon moyenne de l'aiguille aimantée, en 1786, n'a été à Laon que de vingt-un degrés trente-une minutes. *Voyez le Journal de Phyſique du mois de Mai* 1787.

(*g*) Connoiſſance des temps, années 1787 & 1788.

(*h*) *Idem*, année 1786.

été faites par l'un de nos plus habiles Physiciens, M. Cotte, nous voyons qu'en prenant le terme moyen, entre les résultats des observations faites à Montmorency, près Paris, tous les jours de l'année, le matin, à midi & le soir, c'est-à-dire, le terme moyen de 1095 observations; la déclinaison, en l'année 1781, a été de vingt degrés seize minutes cinquante-huit secondes; & les différences entre les observations ont été si petites, que M. Cotte a cru pouvoir les regarder comme nulles (*i*).

En 1780, cette même déclinaison moyenne a été de dix neuf degrés cinquante-cinq minutes vingt-sept secondes; en 1779, de dix-neuf degrés quarante-une minutes huit secondes; en 1778, de dix-neuf degrés trente-deux minutes cinquante-cinq secondes; en 1777, de dix-neuf degrés trente-cinq minutes cinquante-cinq secondes; en 1776, de dix-neuf degrés trente-trois minutes trente-une secondes; en 1775, de dix-neuf degrés quarante-une minutes quarante-une secondes (*k*).

(*i*) Connoissance des temps, année 1775, page 387.

(*k*) En 1780, la déclinaison moyenne prise d'après 1022 observations, a été de 19 deg. 55 min 27 sec. Mais les variations de cette déclinaison ont été bien plus considérables qu'en 1781, car la plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 deg. 15 min. le 29 juillet; & la moindre de 18 deg. 40 min. le même jour. La différence a donc été de 1 deg. 35 min.; & cette variation, qui s'est faite le même jour, c'est-à-dire, en douze ou quinze heures,

Ces obſervations ſont les plus exactes qui ayent jamais été faites ; celles des années précédentes, quoique bonnes, n'offrent pas le même degré d'exactitude, & à meſure qu'on remonte dans le paſſé, les obſervations deviennent plus rares & moins préciſes, parce qu'elles n'ont été faites qu'une fois ou deux par mois, & même par année.

Comparant donc ces obſervations entr'elles, on voit que, pendant les onze années, depuis 1775 juſqu'en 1785, l'augmentation de la déclinaiſon vers l'oueſt n'a été que de deux

---

eſt plus conſidérable que le progrès de la déclinaiſon pendant 15 ans, puiſqu'en 1764, la déclinaiſon étoit de 18 deg. 55 min. 20 ſec., c'eſt-à-dire, de 15 min. 20 ſec. plus grande que celle du 29 juillet, à l'heure qu'elle s'eſt trouvée de 18 deg. 40 min.... En 1779, la déclinaiſon moyenne, pendant l'année, a été de 19 deg. 41 min. 8 ſec. La plus grande déclinaiſon s'eſt trouvée de 20 deg., le 6 Décembre, à la ſuite d'une aurore boréale, & la plus petite, de 19 deg. 15 min. en Janvier & Février ; la différence a donc été de 45 min. L'obſervateur remarque que l'augmentation moyenne a augmenté de 8 à 9 min depuis l'année précédente, & que la variation diurne s'eſt ſoutenue avec beaucoup de régularité, excepté dans certains jours où elle a été troublée, le plus ſouvent à l'approche ou à la ſuite d'une aurore boréale ; au reſte, ajoute-t-il, l'aiguille aimantée tend à ſe rapprocher du nord chaque jour, depuis trois ou quatre heures du ſoir, juſqu'à cinq ou ſix heures du matin, & elle tend à s'en éloigner depuis cinq ou ſix heures du matin, juſqu'à trois ou quatre heures du ſoir.... En 1778, la déclinaiſon

degrés dix-huit minutes dix neuf secondes; ce qui n'excède pas de beaucoup la variation de l'aiguille dans un seul jour, qui quelquefois est de plus d'un degré & demi. On ne peut donc pas en conclure affirmativement, que la progression actuelle de l'aiguille vers l'ouest soit considérable; il se pourroit, au contraire, que l'aiguille fût presque stationnaire depuis quelques années, d'autant qu'en 1774 la déclinaison moyenne a été de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes trente-

---

moyenne, pendant l'année, a été de 19 deg. 32 min. 55 sec. La plus grande déclinaison a été de 20 deg. le 29 Juin; on avoit observé une aurore boréale la veille à onze heures du soir; la plus petite déclinaison a été de 18 deg. 54 min. le 26 Janvier; ainsi, la différence a été de 1 deg. 6 min. En 1777, la déclinaison moyenne, pendant l'année, a été de 19 deg. 35 min. La plus grande déclinaison s'est trouvée de 19 deg. 58 min. le 19 Juin, & la plus petite de 18 deg. 45 min. au mois de Décembre; ainsi, la différence a été de 1 deg. 13 min. . . . En 1776, la déclinaison moyenne, pendant l'année, a été de 19 deg. 33 min. 31 sec. La plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 deg. en Mars, Avril & Mai, & la plus petite déclinaison en Janvier & Février, de 19 degrés; ainsi, la différence a été de 1 deg. . . . . En 1775, la déclinaison moyenne, pendant l'année, a été de 19 deg. 41 min. 41 sec. La plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 deg. 10 min. le 15 Avril, & la plus petite de 19 deg. le 15 Décembre; ainsi, la différence a été de 1 degré 10 minutes. . . . . *Connoissances des temps, années 1778 & suiv.*

cinq ſecondes (*l*); en 1773, de vingt degrés une minute quinze ſecondes (*m*), en 1772, de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes vingt-cinq ſecondes, & cette augmentation, de la déclinaiſon vers l'oueſt a été encore plus petite dans les années précédentes, puiſqu'en 1771 cette déclinaiſon a été de dix-neuf degrés cinquante cinq minutes, comme en 1772 (*n*); qu'en 1770 elle a été de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes (*o*); & en 1769, de vingt degrés (*p*).

Le mouvement en déclinaiſon vers l'oueſt, paroît donc s'être ralenti depuis près de vingt ans. Cela ſemble indiquer que ce mouvement pourra dans quelque temps devenir rétrograde, ou du moins que la progreſſion ne s'étendra qu'à quelques degrés de plus; car je ne penſe pas qu'on puiſſe ſuppoſer ici une révolution entiere, c'eſt-à-dire de trois cens ſoixante degrés dans le même ſens; il n'y a aucun fondement à cette ſuppoſition, quoique pluſieurs Phyſiciens l'ayent admiſe, & que même ils en ayent calculé la durée d'après les obſervations qu'ils avoient pu recueillir; & ſi nous voulions ſuppoſer & calculer de même, d'après les obſervations rapportées

---

(*l*) Connoiſſance des temps, année 1776, page 314.

(*m*) *Idem*, page 313.

(*n*) Connoiſſance des temps, année 1774, page 256.

(*o*) *Idem*, année 1772.

(*p*) *Idem*, année 1771, page 232.

ci-dessus, nous trouverions que la durée de cette révolution seroit de 1996 ans & quelques mois, puisqu'en 122 années, c'est-à-dire, depuis 1663 à 1785, la progression a été de vingt-deux degrés; mais ne seroit-il pas nécessaire de supposer encore que le mouvement de cette progression fût assez uniforme, pour faire dans l'avenir à peu-près autant de chemin que dans le passé ? ce qui est plus qu'incertain, & même peu vraisemblable par plusieurs raisons, toutes mieux fondées que ces fausses suppositions.

Car si nous remontons au-delà de l'année 1663, & que nous prenions pour premier terme de la progression de ce mouvement l'année 1580, dans laquelle la déclinaison étoit de onze degrés trente minutes vers l'est, le progrès de ce mouvement en deux cens cinq ans (c'est-à dire, depuis 1580 jusqu'à l'année 1785 comprise), a été en totalité de trente-trois degrés trente minutes, ce qui donneroit environ 2201 ans pour la révolution totale de trois cens soixante degrés. Mais ce mouvement n'est pas, à beaucoup près, uniforme, puisque depuis 1580 jusqu'en 1663, c'est-à-dire, en 83 ans, l'aiguille a parcouru onze degrés trente minutes par son mouvement de l'est au nord, tandis que dans les 52 années suivantes, c'est-à-dire, depuis 1663 jusqu'en 1715, elle a parcouru du nord à l'ouest un espace égal de onze degrés trente minutes, & que dans les cinquante années suivantes; c'est-à-dire, depuis 1715 jusqu'en 1765, le progrès de cette déclinaison n'a été que d'environ sept degrés &

demi; car, dans cette année 1765, l'aiguille aimantée déclinoit à Paris de dix-huit degrés cinquante-cinq minutes vingt secondes, & nous voyons que depuis cette année 1765 jusqu'en 1785, c'est-à dire en vingt ans, la déclinaison n'a augmenté que de deux degrés; différence si petite, en comparaison des précédentes, qu'on peut présumer avec fondement que le mouvement total de cette déclinaison à l'ouest est borné, quant à présent, à un arc de vingt-deux ou vingt-trois degrés (*q*).

La supposition que le mouvement suit la même marche de l'est au nord, que du nord à l'ouest, n'est nullement appuyée par les faits; car si l'on consulte les observations faites à Paris, depuis l'année 1610 jusqu'en 1663, c'est-à-dire, dans les 53 ans qui ont précédé l'année où la déclinaison étoit nulle, l'aiguille n'a parcouru que huit degrés de l'est au nord, tandis que dans un espace de temps presque égal, c'est-à-dire, dans les 59 années suivantes, depuis 1663 jusqu'en 1712, elle a parcouru treize degrés vers l'ouest (*r*).

(*q*) Dans le supplément aux Voyages de Thévenot, publié en 1681, page 30, il est dit que la déclinaison de l'aiguille aimantée avoit été observée de cinq degrés vers l'est en 1269. Si l'on connoissoit le lieu où cette observation a été faite, elle pourroit démontrer que la déclinaison est quelquefois rétrograde, & par conséquent que son mouvement ne produit pas une révolution entière.

(*r*) Muschembroëck, page 154.

On ne peut donc pas supposer que le mouvement de la déclinaison suive la même marche en s'approchant qu'en s'éloignant du nord, puisque ces observations démontrent le contraire.

Tout cela prouve seulement que ce mouvement ne suit aucune règle, & qu'il n'est pas l'effet d'une cause constante; il paroît donc certain que cette variation ne dépend que de causes accidentelles ou locales, & spécialement de la découverte ou de l'enfouissement des mines & grandes masses ferrugineuses, & de leur aimantation plus ou moins prompte & plus ou moins étendue, selon qu'elles sont plus ou moins découvertes & exposées à l'action du magnétisme général. Ces changemens, comme nous l'avons dit, peuvent être produits par les tremblemens de terre, l'éruption des volcans, ou les coups de foudres souterraines, l'incendie des forêts, & même par le travail des hommes sur les mines de fer. Il doit dès-lors se former de nouveaux poles magnétiques, plus foibles ou plus puissans que les anciens, dont on peut aussi supposer l'anéantissement par les mêmes causes. Ce mouvement ne peut donc pas être considéré comme un grand balancement qui se feroit par des oscillations régulières; mais comme un mouvement qui s'opère par secousses plus ou moins sensibles, selon le changement plus ou moins prompt des poles magnétiques, changement qui ne peut provenir que de la découverte & de l'aimantation des mines ferrugineuses, lesquelles seules peuvent former des poles.

Si nous considerons les mouvemens particuliers de l'aiguille aimantee, nous verrons qu'elle est presque continuellement agitée par de petites vibrations, dont l'étendue est au moins aussi variable que la durée. M. Graham, en Angleterre (*s*), & M. Cotte, à Paris (*t*), ont donné, dans leurs Tables d'Observations, toutes les alternatives, toutes les vicissitudes de ce mouvement de trépidation, chaque mois, chaque jour & chaque heure. Mais nous devons remarquer que les résultats de ces observations doivent être modifiés. Ces Physiciens ne se sont servis que de boussoles, dans lesquelles l'aiguille portoit sur un pivot, dont le frottement influoit plus que toute autre cause sur la variation; car M. Coulomb, Capitaine au Corps-royal du Génie, de l'Académie des Sciences, ayant imaginé une suspension, dans laquelle l'aiguille est sans frottement, M. le Comte de Cassini, de l'Académie des Sciences, & arrière-petit-fils du grand Astronome Cassini, a reconnu, par une suite d'expériences, que cette variation diurne ne s'étendoit tout au plus qu'à quinze ou seize minutes, & souvent beaucoup moins (*u*), tandis

(*s*) Transactions philosophiques, N°. 383, année 1724, page 96.

(*t*) Voyez la Connoissance des temps, publiée par ordre de l'Académie des Sciences, depuis l'année 1770.

(*u*) La méthode de M. Coulomb consiste, dit M. de Cassini, à suspendre à un fil de soie, de quinze à vingt

qu'avec les bouſſoles à pivot, cette variation

---

pouces de longueur, une aiguille aimantée entre les jambes d'un étrier, au haut duquel le fil eſt accroché. L'étrier, le fil & l'aiguille ſont renfermés dans une boîte dont toutes les parois ſont hermétiquement bouchées, & qui n'a qu'une ouverture fermée d'une glace au-deſſus de l'extrémité de l'aiguille, afin de pouvoir obſerver ſes mouvemens, & les meſurer par le moyen d'un micromètre extérieur, placé à cette extrémité.

» Cette ſuſpenſion a, comme l'on voit, de grands avantages ſur celle des pivots, dans laquelle le frottement ſeul eſt capable d'anéantir l'effet de la variation diurne. Depuis le 10 Août 1780, juſqu'au 18 du même mois, le plus grand écart de l'aiguille a eu lieu communément du côté de l'oueſt, vers une heure après midi; l'aiguille ſe rapprochoit du nord vers le ſoir, reſtoit à-peu-près fixe la nuit, & recommençoit le lendemain matin à s'éloigner vers l'oueſt; la variation diurne moyenne a été de quatorze minutes environ... Depuis le 3 Décembre juſqu'au 31 Janvier 1781, le grand écart de l'aiguille a preſque toujours eu lieu entre deux & trois heures après midi, l'aiguille s'avançant depuis le lever du ſoleil, juſqu'à deux ou trois heures, du nord vers l'oueſt; & rétrogradant enſuite dans l'après-midi pour revenir vers dix heures du ſoir, à-peu-près au même point que le matin. La nuit, l'aiguille étoit aſſez conſtamment ſtationnaire; la variation moyenne n'a été, dans tout ce temps, que de cinq à ſix minutes.... Depuis le 20 Septembre 1781, juſqu'au 29, la variation diurne moyenne a été entre 13 & 18 min... Depuis le 19 Mars 1782, juſqu'au 3 Avril, & depuis le 30 Avril, juſqu'au 11 Mai, le plus grand écart de l'aiguille a eu lieu aſſez conſtamment vers deux heures

diurne

diurne eſt quelquefois de plus d'un degré &

---

après midi, du côté de l'oueſt. J'ai auſſi remarqué le plus communément la loi de progreſſion vers l'oueſt, du matin, vers deux heures après midi; de rétrogradation vers l'eſt depuis deux heures juſqu'au ſoir, & de ſtation pendant la nuit. Depuis le 14 Juin juſqu'au 25 Juillet, avec la même aiguille fortement aimantée, & dans les appartemens ſupérieurs de l'obſervatoire, la loi générale de la marche de l'aiguille du nord à l'oueſt, depuis huit heures du matin juſqu'à midi, de la rétrogradation dans l'après-midi, & de la ſtation pendant la nuit, a eu lieu, excepté le 17 Juin, où l'aiguille a été fixe depuis dix heures & demie du matin, juſqu'au lendemain à onze heures du matin; même fixité le 21, depuis 8 heures du matin juſqu'à 5 heures après midi; le 25, depuis dix heures du ſoir juſqu'au lendemain 26 à trois heures après midi; les 12, 21 & 23 Juillet, toute la journée. Les circonſtances qui accompagnent cette inaction de l'aiguille, ſont une grande chaleur & un très beau temps; la variation diurne dans ces deux mois a été fort inégale; nulle dans les temps très chauds; le plus communément de cinq à ſix minutes dans d'autres jours; elle n'a été de 12 & de 14, que le 14 & le 15 Juin.

» Tandis que M. Coulomb s'occupoit des moyens de donner aux aiguilles la plus grande force magnétique poſſible, je m'appliquois de mon côté à perfectionner leur monture, leur enveloppe & leur établiſſement. Juſqu'alors l'étrier, qui portoit le fil de ſuſpenſion, n'étoit fixé que que par une forte ſemelle, d'un bois à la vérité très ſec & très épais. La boîte de bois qui ſervoit d'enveloppe, & le micromètre étoient également aſſis ſur cette même baſe, dont le moindre jeu devoit communiquer du mou-

demi ; mais comme, juſqu'à préſent, les Navi-

---

vement à tout l'équipage. Je fis faire en plomb la boîte ou cage qui devoit renfermer l'aiguille ; au lieu d'étrier, je fis viſſer & cramponner dans le haut de la boîte, contre ſes parois, une traverſe de cuivre, portant une longue vis garnie d'un crochet, pour tenir le fil de ſuſpenſion. Cette forte & ſolide boîte de plomb fut enſuite inſtruſtée de deux pouces dans un dez de pierre dure, haut de dix pouces, ſur ſeize de longueur, & huit d'épaiſſeur ; & c'eſt ſur ce dez que je fixai à demeure le micromètre entièrement iſolé de la boîte ; c'eſt ainſi qu'avec l'équipage le plus ſimple & le plus ſolide, j'eſpérai mettre autant qu'il étoit poſſible, mes aiguilles à l'abri des courans d'air & des mouvemens étrangers ; en effet, je n'avois plus à craindre l'effet de l'humidité des temps & des lieux. L'air ne pouvoit guère pénétrer dans une boîte de plomb qui n'avoit qu'une porte, dont les parois étoient bouchées & collées avec ſoin ; enfin, le micromètre portant ſur un maſſif dez de pierre, ne pouvoit plus communiquer de mouvemens à l'aiguille ; c'eſt avec ce nouvel appareil que je fis les obſervations ſuivantes.

» Depuis le 14 Février juſqu'au 24 du même mois, avec une aiguille de lame de reſſort fortement aimantée, renfermée dans une boîte de plomb, fixée ſur un dez de pierre, longueur totale de l'aiguille un pied ; du point de ſuſpenſion à l'extrémité boréale, neuf pouces une ligne, le plus grand écart de l'aiguille vers l'oueſt a eu lieu entre midi & une heure ; preſque toutes les matinées, la progreſſion de l'aiguille a été très régulière, & de onze minutes, mais, dans les ſoirées l'aiguille éprouvoit de fréquentes irrégularités. Depuis le 16 après midi, juſqu'au 18 au matin, il n'a pas été poſſible d'obſerver, l'aiguille

gateurs ne se sont servis que de boussoles

étant dans une continuelle agitation ; il a régné, pendant ce temps, un vent très fort de *nord* & de *nord-est* ; les jours où la marche de l'aiguille a été régulière, la variation diurne a été d'environ douze minutes. . . M. Coulomb a reconnu que l'acier fondu étoit la matière qui se chargeoit le plus de la vertu magnétique, & par conséquent la plus propre à faire des aiguilles très fortement aimantées. A la fin d'Avril 1783, il me remit deux de ces nouvelles aiguilles, que je plaçai dans deux boîtes de plomb, telles que je les ai décrites ci-dessus, établies dans deux cabinets différens ; ce qui me procurera une nouvelle suite d'observations dont je vais rendre compte... Depuis le premier Mai jusqu'au 6 Juillet, avec deux aiguilles d'acier fondu, placées sur champ, aimantées le plus fortement possible, longueur totale de chaque aiguille un pied une ligne ; poids de l'aiguille avec son contrepoids & l'anneau de suspension à l'extrémité boréale de l'aiguille, neuf pouces une ligne ; l'accord le plus parfait s'est remarqué pendant ces deux mois d'expériences & de comparaison des deux aiguilles, qui se sont trouvées stationnaires, oscillantes & écartées dans les mêmes circonstances, dans les mêmes intervalles de temps, de la même quantité, & dans le même sens. Les exceptions à cette règle ont été si rares, & les différences si petites, que j'ai cru devoir l'attribuer à l'erreur des observations. Le plus grand des écarts de nos aiguilles vers l'est a eu lieu dans le mois de Mai, vers l'heure de midi ; dans le mois de Juin entre deux & trois heures ; le vent de nord-est & d'est m'a semblé plus d'une fois accompagner ces irrégularités. J'ai remarqué quelquefois qu'un changement subit du beau au mauvais temps, ou du mauvais au beau,

à pivot, on ne peut compter, qu'à un degré & demi, & même à deux degrés près, sur la certitude de leurs observations.

En consultant les observations faites par les Voyageurs récens (*x*), on voit qu'il y a plusieurs points sur le globe, où la déclinaison est actuellement nulle ou moindre d'un degré, soit à l'est, soit à l'ouest, tant dans l'hémisphère boréal que dans l'hémisphère austral; & la suite de ces points, où la déclinaison est nulle ou presque nulle, forme des lignes & même des bandes qui se prolongent dans les deux hémisphères. Ces mêmes observations nous indiquent aussi que les endroits où la déclinaison est la plus grande dans l'un & l'autre hémisphère, se trouvent aux plus hautes latitudes, & beaucoup plus près des poles que de l'équateur.

Les causes, qui font varier la déclinaison, & la transportent, pour ainsi dire, avec le

---

changeoit aussi la direction ordinaire de l'aiguille pour quelques jours, & qu'ensuite semblable changement la ramenoit à son premier état.

La quantité de la variation diurne n'est pas la même dans toutes les saisons; il paroît qu'on peut fixer la plus grande à quatorze minutes, & la plus petite à cinq minutes. C'est en hiver que la variation diurne paroît être la plus petite, & j'ai remarqué qu'en été, lorsque la chaleur est considérable, la variation est nulle ». *Extrait du Mémoire de M. de Cassini, adressé aux Auteurs du Journal de Physique.*

(*x*) Voyez les trois Voyages du Capitaine Cook.

temps, de l'eſt à l'oueſt, ou de l'oueſt à l'eſt du méridien terreſtre, ne dépendent donc que de circonſtances accidentelles & locales, ſur leſquelles néanmoins nous pouvons aſſeoir un jugement en rapprochant les différens faits ci-devant indiqués.

Nous avons dit qu'en l'année 1580, l'aiguille déclinoit à Paris de onze degrés trente minutes vers l'eſt : or nous remarquerons que c'eſt depuis cette année 1580, que la déclinaiſon paroît avoir commencé de quitter cette direction vers l'eſt, pour ſe porter ſucceſſivement vers le nord & enſuite vers l'oueſt; car, en l'année 1610, l'aiguille, ainſi que nous l'avons déjà remarqué, ne déclinoit plus que de huit degrés vers l'eſt; en 1640, elle ne déclinoit plus que de trois degrés; & en 1663, elle ſe dirigeoit droit au pole. Enfin, depuis cette époque, elle n'a pas ceſſé de ſe porter vers l'oueſt. J'obſerverai donc que la période de ce progrès dans l'oueſt, auquel il faut joindre encore la période du retour ou du rappel de la déclinaiſon de l'eſt au nord, puiſque ce mouvement s'eſt opéré dans le même ſens; j'obſerverai, dis-je, que ces périodes de temps ſemblent correſpondre à l'époque du défrichement & de la denudation de la terre dans l'Amérique ſeptentrionale, & aux progrès de l'établiſſement des Colonies dans cette partie du nouveau monde. En effet, l'ouverture du ſein de cette nouvelle terre par la culture, les incendies des forêts dans de vaſtes étendues, & l'exploitation des mines de fer par les Européens dans ce continent, dont les habitans ſauvages n'avoient jamais connu

ni recherché ce métal, n'ont-elles pas dû produire un nouveau pole magnétique, & déterminer vers cette partie occidentale du globe, la direction de l'aimant, qui précédemment n'éprouvoit pas cette attraction, &, au lieu d'obéir à deux forces, étoit uniquement déterminée par le courant électrique qui va de l'équateur aux poles de la terre ?

J'ai remarqué ci-devant que la déclinaison s'est trouvée constante à Quebec, durant une période de trente-sept ans; ce qui semble prouver l'action constante d'un nouveau pole magnétique dans les régions septentrionales de l'Amérique. Enfin, le ralentissement actuel du progrès de la déclinaison dans l'ouest, offre encore un rapport suivi avec l'état de cette terre du nouveau monde, où le principal progrès de la dénudation du sol, & de l'exploitation des mines de fer, paroît actuellement être à-peu-près aussi complet que dans les régions septentrionales de l'ancien continent.

On peut donc assurer que cette déclinaison de l'aimant, dans les divers lieux, & selon les différens temps, ne dépend que du gissement des grandes masses ferrugineuses dans chaque région, & de l'aimantation plus ou moins prompte de ces mêmes masses, par des causes accidentelles ou des circonstances locales, telles que le travail de l'homme, l'incendie des forêts, l'éruption des volcans, & même les coups que frappe l'électricité souterraine sur de grands espaces, causes qui peuvent toutes donner également le magnétisme aux matières ferrugineuses; & ce qui en complète les preuves, c'est qu'après les tremblemens de terre,

on a vu ſouvent l'aiguille aimantée, ſoumiſe à de grandes irrégularités dans ſes variations (*y*).

Au reſte, quelque irrégulière que ſoit la variation de l'aiguille aimantée dans ſa direction, il me paroît néanmoins que l'on peut en fixer les limites, & même placer entre elles un grand nombre de points intermédiaires, qui, comme ces limites mêmes, ſeront conſtans & preſque fixes pour un certain nombre d'années, parce que le progrès de ce mouvement de déclinaiſon ne ſe faiſant actuellement que très-lentement, on peut le regarder comme conſtant pour le prochain avenir d'un petit nombre d'années; & c'eſt pour arriver à cette détermination, ou du moins pour en approcher, autant qu'il eſt poſſible, que j'ai réuni toutes les obſervations que j'ai pu recueillir dans les voyages & navigations faits depuis vingt ans, & dont je placerai d'avance les principaux réſultats dans l'article ſuivant.

(*y*) Voyez l'Ouvrage, déjà cité, de M. Epinus, N°. 364.



ARTICLE VI.

De l'inclinaison de l'Aimant.

La direction de l'aimant, ou de l'aiguille aimantee, n'est pas l'effet d'un mouvement simple, mais d'un mouvement composé qui suit la courbure du globe de l'équateur aux poles. Si l'on pose un aimant sur du mercure, dans une situation horizontale, & sous le méridien magnétique du lieu, il s'inclinera de manière que le pole austral de cet aimant s'élèvera au-dessus, & que le pole boréal s'abaissera au-dessous de la ligne horizontale dans notre hémisphère boréal, & le contraire arrive dans l'hémisphère austral; cet effet est encore plus aisé à mesurer, au moyen d'une aiguille aimantée, placée dans un plan vertical: la boussole horizontale indique la direction avec ses déclinaisons, & la boussole verticale démontre l'inclinaison de l'aiguille; cette inclinaison change souvent plus que la déclinaison, suivant les lieux, mais elle est plus constante pour les temps; & l'on a même observé que la différence de hauteur, comme du sommet d'une montagne à la vallée, ne change rien à cette inclinaison. M. le Chevalier de Lamanon m'écrit, qu'étant sur le Pic de Ténériffe, à 1900 toises au-dessus du niveau de la mer, il avoit observé que l'inclinaison de l'aiguille étoit la même qu'à Sainte-Croix; ce qui

qui semble prouver que les émanations du globe qui produisent l'électricité & le magnétisme, s'élèvent à une très-grande hauteur dans les climats chauds (*a*); au reste, l'inclinaison & la déclinaison sont sujettes à des trépidations presque continuelles de jour en jour, d'heure en heure, &, pour ainsi dire, de moment à moment.

Les aiguilles des boussoles verticales doivent être faites & placées de manière que leur centre de gravité coincide avec leur centre de mouvement, au lieu que, dans les boussoles horizontales, le centre du mouvement de l'aiguille est un peu plus élevé que son centre de gravité.

Lorsqu'on commence à mettre en mouvement cette aiguille placée verticalement, elle se meut par des oscillations qu'on a voulu comparer à celles du pendule de la gravitation; mais les effets qu'ils présentent sont très-différens, car la direction de cette aiguille, dans son inclinaison, varie selon les différens lieux, au lieu que celle du pendule est constante dans tous les lieux de la terre, puisqu'elle est toujours perpendiculaire à la surface du globe.

Nous avons dit que les particules de la limaille de fer sont autant de petites aiguilles, qui prennent des poles par le contact de l'aimant: ces aiguilles se dressent perpendiculairement sur les deux poles de l'aimant; mais la

---

(*a*) Lettre de M. le Chevalier de Lamanon, à M. de Buffon, datée des îles Canaries, 1785.

poſition de ces particules aimantées devient d'autant plus oblique, qu'elles ſont plus éloignées de ces mêmes poles, & juſqu'à l'équateur de l'aimant, où il ne leur reſte qu'une attraction ſans inclinaiſon. Cet équateur eſt le point de partage entre les deux directions & inclinaiſons en ſens contraire; & nous devons obſerver que cette ligne de ſéparation des deux courans magnétiques, ne ſe trouve pas préciſément à la même diſtance des deux poles, dans les aimans non plus que dans le globe terreſtre, & qu'elle eſt toujours à une moindre diſtance du pole le plus foible. Les particules de limaille s'attachent horizontalement ſur cette partie de l'équateur des aimans, & leur inclinaiſon ne ſe manifeſte bien ſenſiblement, qu'à quelque diſtance de cette partie équatoriale; la limaille commence alors à s'incliner ſenſiblement vers l'un & l'autre poles en-deçà & au-delà de cet équateur; ſon inclinaiſon vers le pole auſtral eſt donc à contre ſens de la première, qui tend au pole boréal de l'aimant, & cette limaille ſe dreſſe de même perpendiculairement ſur le pole auſtral comme ſur le pole boréal. Ces phénomènes ſont conſtans dans tous les Aimans ou fers aimantés; & comme le globe terreſtre poſsède en grand les mêmes puiſſances que l'aimant nous préſente en petit, l'aiguille doit être perpendiculaire par une inclinaiſon de 90 degrés ſur les poles magnétiques du globe; ainſi, les lieux où l'inclinaiſon de l'aiguille ſera de 90 degrés, ſeront en effet les vrais poles magnétiques ſur la terre.

Nous n'avons rien négligé pour nous pro-

curer toutes les obſervations qui ont été faites juſqu'ici ſur la déclinaiſon & l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée (*b*). Nous croyons que perſonne, avant nous, n'en avoit recueilli un auſſi grand nombre; nous les avons comparées avec ſoin, & nous avons reconnu que c'eſt aux environs de l'équateur que l'inclinaiſon eſt preſque toujours nulle; que l'équateur magnétique eſt au-deſſus de l'équateur terreſtre dans la partie de la mer des Indes, ſituée vers le quatre-vingt-dix-ſeptième degré de longitude (*c*), & qu'il paroît, au contraire, au-deſſous de la ligne dans la portion de la mer Pacifique, qui correſpond au cent quatre-vingt-dix-ſeptième degré : on peut donc conjecturer que le pole magnétique eſt éloigné vers l'eſt du pole de la terre, relativement aux mers des Indes & Pacifique; & par conſéquent il doit être ſitué dans les terres les plus ſeptentrionales de l'Amérique, ainſi que nous l'avons déjà dit.

Dans la mer atlantique, l'eſpace où l'aiguille a été obſervée ſans déclinaiſon (*d*), ſe pro-

---

(*b*) De tous nos Voyageurs, M. Eckberg & M. le Gentil, ſavant Aſtronome de l'Académie des Sciences, ſont ceux qui ont donné le plus d'attention à l'inclinaiſon de l'aimant dans les régions qu'ils ont parcourues.

(*c*) Nous devons remarquer que, dans les articles de la déclinaiſon & de l'inclinaiſon de l'aimant, nous avons toujours compté les longitudes à l'eſt du méridien de Paris.

(*d*) Je dois obſerver ici que j'ai regardé comme nulles toutes les déclinaiſons qui ne s'étendoient pas à deux

longe jusqu'au cinquante-huitième degré de latitude australe ; & à l'égard de son étendue vers le nord, on le peut suivre jusqu'au trente-cinquième degré, ou environ, de latitude, ce qui lui donneroit en tout quatre-vingt-treize degrés de longueur, si l'on avoit fait, jusqu'à présent, assez d'observations pour que nous fussions assurés qu'il n'est interrompu par aucun endroit où l'aiguille décline de plus de deux degrés vers l'est ou vers l'ouest. Cet espace, ou cette bande sans déclinaison, peut sur-tout être interrompue dans le voisinage des Continens & des Isles. Car on ne peut douter que la proximité des terres n'influe beaucoup sur la direction de l'aiguille. Cette déviation dépend des masses ferrugineuses qui peuvent se trouver à la surface de ces terres, & qui, agissant sur le magnétisme général, comme autant de poles magnétiques particuliers, doivent fléchir son cours, & en changer plus ou moins la direction : & si le voisinage de certaines côtes a paru, au contraire, repousser l'aiguille aimantée, la nouvelle direction de l'aiguille n'a point été, dans ces cas particuliers, l'effet d'une répulsion qui n'a été qu'apparente ; mais elle a été produite par le magnétisme général, ou par l'attraction particulière de quelques autres terres plus ou moins

degrés au-dessus de zéro, parce que les variations diurnes & sur-tout les accidens des aurores boréales & des tempêtes, font souvent changer la direction de l'aiguille de plus de deux degrés.

éloignées, & dont l'action aura cessé d'être troublée dans le voisinage de certaines côtes dépourvues de mines de fer ou d'aimant. Lors donc qu'à l'approche des terres, l'aiguille aimantée éprouve constamment des changemens très-marqués dans sa déclinaison, on peut en conclure l'existence ou le défaut de mines de fer ou d'aimant dans ces mêmes terres, suivant qu'elles attirent ou repoussent l'aiguille aimantée.

En général, les bandes sans déclinaison se trouvent toujours plus près des côtes orientales des grands continens, que des côtes occidentales : celle qui a été observée dans la mer Atlantique, est, dans tous ses points, beaucoup plus voisine des côtes orientales de l'Amérique, que des côtes occidentales de l'Afrique & de l'Europe; & celle qui traverse la mer de l'Inde & la grande mer Pacifique, est placée à une assez petite distance à l'est des côtes de l'Asie.

La bande, sans déclinaison, de la mer des Indes, & qui se prolonge dans la mer Pacifique boréale, paroît s'étendre depuis environ le cinquante-neuvième degré de latitude sud, jusqu'au quarantième degré de latitude nord.

Il est important d'observer que sous la latitude boréale de dix-neuf degrés, ainsi que sous la latitude australe de cinquante-trois degrés, la bande sans déclinaison de la mer Atlantique, & celle de la mer des Indes, sont éloignées l'une de l'autre, d'environ cent cinquante-sept degrés, c'est-à-dire, de près de la moitié de la circonférence du globe. Il est également remarquable qu'à partir de quel-

ques degrés de l'équateur, on n'a observé, dans la mer Pacifique boréale, aucune déclinaison, vers l'ouest, qu'on ne puisse rapporter aux variations instantanées & irrégulières de l'aiguille; ceci joint à toutes les directions des déclinaisons, tant de la mer Atlantique que de la mer des Indes, confirme l'existence d'un pole magnétique très-puissant, dans le nord des terres de l'Amérique; & ce qui confirme encore cette vérité, c'est que la plus grande déclinaison orientale, dans la mer Pacifique boréale, a été observée par le Capitaine Cook, de trente-six degrés dix-neuf minutes, aux environs de soixante-dix degrés de latitude nord, & du cent quatre-vingt-quinzième de longitude, c'est-à-dire, à deux degrés, ou à-peu-près, au nord des terres de l'Amérique les plus voisines de l'Asie. D'un autre côté, M. le Chevalier de l'Angle a trouvé une déclinaison vers l'ouest de quarante-cinq degrés, dans un point de la mer Atlantique, situé très-près des côtes orientales & boréales de l'Amérique. C'est donc dans ces terres septentrionales du nouveau continent, que toutes les directions des déclinaisons se réunissent & coincident au pole magnétique, dont l'existence nous paroît démontrée par tous les phénomènes.

La déclinaison n'éprouve que de petites vicissitudes dans les basses latitudes, surtout dans la grande mer de l'Inde, où l'on n'observe jamais qu'un petit nombre de degrés de déclinaison dans le voisinage de l'équateur, tandis que, dans les plus hautes latitudes de l'hémisphère austral, il paroît que la déclinaison de

l'aiguille varie beaucoup de l'eſt à l'oueſt, ou de l'oueſt à l'eſt, dans un trés-petit eſpace.

La ligne, ſans déclinaiſon, qui paſſe entre Malaca, Bornéo, le détroit de la Sonde, ſe replie vers l'eſt, & ſon inflexion ſemble être produite par les terres de la Nouvelle-Hollande.

Il y a, dans la mer Pacifique, une troiſième bande ſans déclinaiſon, qui paroît s'étendre depuis le ſeptième degré de latitude nord, juſqu'au cinquante-cinquième degré de latitude ſud. Cette bande traverſe l'équateur vers le deux cent trente-deuxième degré de longitude; mais, à vingt-quatre degrés de latitude auſtrale, elle paroît fléchir vers les côtes occidentales de l'Amérique méridionale, ce qui paroît être l'effet des maſſes ferrugineuſes, que l'on doit trouver dans ces contrées, ſi ſouvent brûlées par les feux des volcans, & agitées par les coups de la foudre ſouterraine.

La déclinaiſon la plus conſidérable qui ait été trouvée dans l'hémiſphère auſtral, eſt celle de quarante-trois degrés ſix minutes, obſervée par Cook, en Février 1773, ſous le ſoixantième degré de latitude, & le quatre-vingt-douzième degré trente-cinq minutes de longitude, loin de toute terre connue; & la plus forte déclinaiſon qu'on ait trouvée dans l'hémiſphère boréal, &, en même-temps, la plus grande de toutes celles qui ont été remarquées dans les derniers temps, eſt celle de quarante-cinq degrés, dont nous avons déjà parlé, & qui a été obſervée par M. le Chevalier de l'Angle, vers le ſoixante-deuzième degré de latitude, & le deux cens quatre-vingt-dix-ſept

ou deux cens quatre-vingt-dix-huitième de longitude, entre le Groënland & la terre de Labrador; elles ſont toutes les deux vers l'oueſt, & toutes les deux ont eu lieu dans des endroits éloignés de l'équateur d'environ ſoixante degrés.

Tels ſont les principaux faits, tant pour la déclinaiſon que pour l'inclinaiſon, qu'offre ce qu'on a reconnu de l'état actuel des forces magnétiques, qui s'étendent de l'équateur aux poles; & ſi nous voulons tirer quelques réſultats du petit nombre d'obſervations plus anciennes, nous trouverons que, depuis 1700, l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée a varié en divers endroits; mais tout ce que l'on peut conclure de ces obſervations, qui ſont en trop petit nombre, c'eſt que les changemens de la déclinaiſon & de l'inclinaiſon ont été inégaux & irréguliers dans les divers points des deux hémiſphères.

Et, pour ne conſidérer d'abord que les variations de la déclinaiſon, la plus grande irrégularité des changemens qu'elle a éprouvés ſur les différens points du globe, ſuffit pour empêcher d'admettre l'hypotèſe de Halley, qui ſuppoſoit dans l'intérieur de la terre, un grand noyau magnétique doué d'une ſorte de mouvement de rotation, indépendant de celui du globe, & qui, par ſa déclinaiſon, produiroit celle des aimans, placés à la ſurface de la terre. M. Epinus (*c*), qui d'abord paroiſſoit tenté

(*c*) Voyez l'Ouvrage, déjà cité, de ce ſavant Phyſicien.

d'adopter l'opinion de Halley, a vu lui-même qu'elle ne pourroit s'accorder avec l'irrégularité des changemens de la déclinaiſon magnétique : au lieu du mouvement régulier d'une ſorte de grand aimant imaginé par Halley, il a propoſé d'admettre des changemens irréguliers & locaux dans le noyau de la terre; mais, indépendamment de l'impoſſibilité d'aſſigner les cauſes de ces changemens intérieurs, ils ne pourroient agir ſur la déclinaiſon des aiguilles, qu'autant que les portions du noyau gagneroient ou perdroient la vertu magnétique ; & nous avons vu que les maſſes ferrugineuſes ne pouvoient s'aimanter naturellement que très-près de la ſurface du globe, & par les influences de l'atmoſphère.

Depuis 1580, la declinaiſon de l'aiguille a varié, dans les divers endroits de la ſurface du globe, d'une manière très-inégale : elle s'eſt portée vers l'eſt avec des vîteſſes très-différentes, non-ſeulement ſelon les temps, mais encore ſelon les lieux; & ceci eſt d'autant plus important à obſerver, que ſes mouvemens ont toujours été très-irréguliers, & que nous ne faiſons ici aucune attention aux petites cauſes locales qui ont pu la déranger. Ces cauſes, dont les effets ne ſont pas conſtans, mais paſſagers, peuvent être de même nature que les cauſes plus générales du changement de déclinaiſon; mais elles n'agiſſent qu'en certains endroits, où elles doivent détourner cette même déclinaiſon d'un grand nombre de degrés, juſqu'à la faire aller en diminuant, lorſqu'elle devroit s'accroître, & peuvent même tout-à coup la faire changer de l'eſt à

l'oueſt, ou de l'oueſt à l'eſt. Par exemple, dans l'année 1618, la déclinaiſon étoit orientale de quinze degrés dans l'île de Candie, tandis qu'elle étoit nulle à Malthe, & dans le détroit de Gibraltar, & qu'elle étoit de ſix degrés vers l'oueſt à Palerme & à Alexandrie; ce que l'on ne peut attribuer qu'à des cauſes particulières, & à ces effets paſſagers que nous venons d'indiquer.

La bande ſans déclinaiſon, qui ſe trouve actuellement dans la mer Atlantique, giſſoit auparavant dans notre continent; en 1594, elle paſſoit à Narva, en Finlande, elle étoit en même temps bien plus avancée du côté de l'eſt, dans les régions plus voiſines de l'équateur, &, par conſéquent, il y a près de 200 ans qu'elle étoit inclinée du côté de l'oueſt, relativement à l'équateur terreſtre, puiſque elle n'a paſſé qu'en 1600 à Conſtantinople, qui eſt à peuprès ſous le même méridien que Narva. Cette bande ſans déclinaiſon eſt parvenue, en s'avançant vers l'oueſt, juſqu'au deux cents quatre vingt-deuxième degré de longitude, & à la latitude de trente-cinq degrés où elle ſe trouve actuellement.

En 1616, la déclinaiſon fut trouvée de cinquante-ſept degrés à ſoixante-dix-huit degrés de latitude boréale, & deux cents quatre-vingt de longitude. C'eſt la plus grande déclinaiſon qu'on ait obſervée; elle étoit vers l'oueſt, ainſi que les deux fortes déclinaiſons dont nous devons la connoiſſance à M. le Chevalier de l'Angle, & au capitaine Cook; elle a eu également lieu ſous une très haute latitude, & elle a été reconnue dans un

endroit peu éloigné de celui où M. de l'Angle a trouvé la déclinaiſon de quarante-cinq degrés, la plus grande de toutes celles qui ont été obſervées dans les derniers temps. Néanmoins, dans la même année 1616, la bande ſans déclinaiſon, qui traverſoit l'Europe, & qui s'avançoit toujours vers l'Occident, n'étoit pas encore parvenue au vingt-unième degré de longitude, & dans des points ſitués à l'oueſt de cette bande, comme, par exemple, à Paris, à Rome, &c. l'aiguille déclinoit vers l'eſt. Et cela provient de ce que les régions ſeptentrionales de l'Amérique n'avoient pas encore éprouvé toutes les révolutions qui y ont établi le pole magnétique que l'on doit y ſuppoſer à préſent.

Quoi qu'il en ſoit, nous ne pouvons pas douter qu'il n'y ait actuellement un pole magnétique dans cette région du nord de l'Amérique, puiſque la déclinaiſon vers l'oueſt eſt plus grande en Angleterre qu'en France, plus grande en France qu'en Allemagne, & toujours moindre à meſure qu'on s'éloigne de l'Amérique, en s'avançant vers l'Orient.

Dans l'hémiſphère auſtral, l'aiguille d'inclinaiſon, au rapport du Voyageur Noël, ſe tenoit perpendiculaire au trente-cinquième ou trente-ſixème degré de latitude, & cette perpendicularité de l'aiguille ſe ſoutenoit dans une longue étendue, ſous différentes longitudes, depuis la mer de la nouvelle Hollande juſqu'à ſept ou huit cens milles du cap de Bonne-Eſpérance (*f*). Cette obſervation s'ac-

(*f*) Le Capitaine Cook dit que l'inclinaiſon de l'aiguille

corde avec le fait rapporté par Abel Tasman, dans son voyage, en 1642; ce Voyageur dit avoir observé que l'aiguille de ses boussoles horizontales ne se dirigeoit plus vers aucun point fixe, dans la partie de la mer voisine à l'occident de la terre de Diémen; & cela doit arriver en effet lorsqu'on se trouve sur un pole magnétique. En comptant donc sur cette observation du Voyageur Noël, on est en droit d'en conclure qu'un des poles magnétiques de l'hémisphère austral étoit situé, dans ce temps, sous la latitude de trente-cinq ou trente-six degrés, & que quoiqu'il y eût une assez grande étendue en longitude, où l'aiguille n'avoit point de direction constante, on doit supposer, sur cette ligne, un espace qui servoit de centre à ce pole, & dans lequel, comme sur les parties polaires de la pierre d'aimant, la force magnétique étoit la plus concentrée; & ce centre étoit probablement l'endroit ou Tasman a vu que l'aiguille de ses boussoles horizontales ne pouvoit se fixer.

Le pole magnétique, qui se trouve dans

fut de 64 degrés 36 minutes les trois différentes fois qu'il relâcha à la Nouvelle-Zélande, dans une baie située par 41 degrés 5 minutes 56 secondes de latitude, & 172 deg. 0 minutes 7 secondes de longitude. Il me paroît que l'on peut compter sur cette observation de Cook, avec d'autant plus de raison qu'elle a été répétée, comme l'on voit par son récit, jusqu'à trois fois différentes dans le même lieu, en différentes années. *Voyez le second Voyage de Cook, tome III, page* 374.

le nord de l'Amérique, n'eſt pas le ſeul qui ſoit dans notre hémiſphère; le ſavant & ingénieux Halley en comptoit quatre ſur le globe entier, & en plaçoit deux dans l'hémiſphère boréal, & deux dans l'hémiſphère auſtral. Nous croyons devoir en compter également deux dans chaque hémiſphère, ainſi que nous l'avons déjà dit, puiſqu'on y a reconnu trois lignes ou bandes, ſur leſquelles l'aiguille ſe dirige droit au pole terreſtre, ſans aucune déviation.

De la même maniere que les poles d'un aimant ne ſont pas des points mathématiques, & qu'ils occupent quelques lignes d'étendue ſuperficielle, les poles magnétiques du globe terreſtre occupent un aſſez grand eſpace; & en comptant ſur le globe quatre poles magnétiques, il doit ſe trouver un certain nombre de régions, dans leſquelles l'inclinaiſon de l'aiguille ſera très grande, & de plus de quatre-vingt degrés.

Quoique le globe terreſtre ait en grand les mêmes propriétés que l'aimant nous offre en petit, ces propriétés ne ſe préſentent pas auſſi évidemment, ni par des effets auſſi conſtans & auſſi réguliers ſur le globe que ſur la pierre d'aimant; cette différence entre les effets du magnétiſme général du globe, & du magnétiſme particulier de l'aimant, peut provenir de plus d'une cauſe. Premièrement, de la figure ſphéroïde de la terre; on a éprouvé, en aimantant de petits globes de fer, qu'il eſt difficile de leur donner des poles bien déterminés; & c'eſt probablement en raiſon de la ſphéricité, que les poles magné-

tiques ne sont pas aussi distincts sur le globe terrestre, qu'ils le sont sur des aimans non sphériques. Secondement, la position de ces poles magnétiques, qui sont plus ou moins voisins des vrais poles de la terre, & plus ou moins éloignés de l'équateur, doit influer puissamment sur la déclinaison dans chaque lieu particulier, suivant sa situation plus ou moins distante de ces mêmes poles magnétiques, dont la position n'est point encore assez déterminée.

Le magnétisme du globe, dont les effets viennent de nous paroître si variés, & même si singuliers, n'est donc pas le produit d'une force particulière, mais une modification d'une force plus générale, qui est celle de l'électricité, dont la cause doit être attribuée aux émanations de la chaleur propre du globe, lesquelles partant de l'équateur & des régions adjacentes, se portent, en se courbant & se plongeant sur les régions polaires où elles tombent, dans des directions d'autant plus approchantes de la perpendiculaire, que la chaleur est moindre, & que ces émanations se trouvent dans les régions froides plus complètement éteintes ou supprimées. Or cette augmentation d'inclinaison, à mesure que l'on s'avance vers les poles de la terre, représente parfaitement l'incidence de plus en plus approchant de la perpendiculaire des rayons ou faisceaux d'un fluide animé par les émanations de la chaleur du globe, lesquelles, par les loix de l'équilibre doivent se porter en convergeant & s'abaissant de l'équateur vers les deux poles.

La force particulière des poles magnétiques, dans l'action qu'ils exercent sur l'inclinaison, est assez d'accord avec la force générale qui détermine cette inclinaison vers les poles terrestres, puisque l'une & l'autre de ces forces agissent presqu'également, dans une direction qui tend plus ou moins à la perpendiculaire. Dans la déclinaison, au contraire, l'action des poles magnétiques se croise, & forme un angle avec la direction générale & commune de tout le systême du magnétisme vers les poles de la terre. Les élémens de l'inclinaison sont donc plus simples que ceux de la déclinaison, puisque celle-ci résulte de la combinaison de deux forces agissantes dans deux directions différentes, tandis que l'inclinaison dépend principalement d'une cause simple, dans une direction inclinée & relative à la courbure du globe. C'est par cette raison que l'inclinaison paroît être, & est en effet plus régulière, plus suivie & plus constante que la déclinaison dans toutes les parties de la terre.

On peut donc espérer, comme je l'ai dit, qu'en multipliant les observations sur l'inclinaison, & déterminant par ce moyen la position des lieux, soit sur terre, soit sur mer, l'art de la navigation tirera du recueil de ces observations autant & plus d'utilité que de tous les moyens astronomiques ou mécaniques employés, jusqu'à ce jour, à la recherche des longitudes.

Fin du Tome neuvième & dernier des Minéraux.

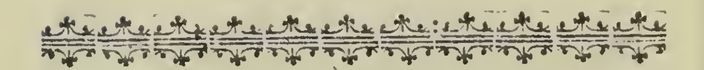


TABLE DES TITRES

Contenus dans ce Volume.

FIN.



